



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

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

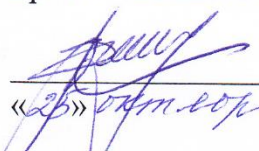
«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП 15.04.04  
Автоматизация технологических  
процессов и производств

 Змеу К.В.  
«25» октября 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой технологий  
промышленного производства

 Змеу К.В.  
«25» октября 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении

**Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Магистерская программа «Автоматизация технологических процессов и производств (в промышленности)»

**Форма подготовки очная**

курс 2, семестр 3, 4  
лекции 18 час. /0,5 з.е.  
практические занятия 60 час. /1,67 з.е.  
в том числе с использованием МАО лек. 6 /пр. 18  
всего часов аудиторной нагрузки 78 час. /2,17 з.е.  
самостоятельная работа 210 час. /4,58 з.е.  
в том числе на подготовку к экзамену - 45час.  
зачет - 4 семестр  
экзамен – 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологий промышленного производства, протокол № 2 от «25» октября 2019 г.

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент Змеу К.В.  
Составитель: канд. техн. наук, доцент Лелюхин В.Е.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Master's degree in 15.04.04 - Automation of technological processes and production**

**Study profile** Automation of technological processes and production

**Course title:** Principles of designing systems and engineering objects

**Basic part of Block 1, curriculum (B1. V.DV.03.04), 8 credits**

**Instructor:** Vladimir E. Lelyukhin

**At the beginning of the course, a student should be able to apply:**

the ability to take initiative and make responsible decisions, aware of the responsibility for the results of their professional activities;

the ability to solve standard tasks of professional activity on the basis of information and bibliographic culture using information and communication technologies and taking into account the basic requirements of information security;

the ability to participate in the development of generalized solutions to problems associated with engineering production, the choice based on the analysis of options for the optimal predicted consequences of the decision;

ability to participate in the development of technical documentation related to professional activities;

ability to participate: in carrying out a preliminary technical and economic analysis of design calculations; development (on the basis of existing regulatory documents) of design and working technical documentation (including in electronic form) of machine-building industries, technical documentation for the routine maintenance of their facilities and systems; in measures to control the compliance of projects under development and technical documentation, current standards, technical specifications and other regulatory documents; design finished design work.

**Learning outcomes:**

the ability to formulate the goals of the project (program), tasks for given criteria, target functions, constraints, build the structure of their interrelations, develop technical specifications for the creation of new efficient technologies for manufacturing machine-building products, various service industries, tools and systems for their instrumental, metrological, diagnostic and management support, on the modernization and automation of production and technological processes in engineering dstv, tools and systems necessary for the implementation of the modernization and automation, to prioritize the solutions of problems;

the ability to participate in the development of engineering projects and production projects taking into account technological, design, operational, aesthetic, economic and managerial parameters, to develop generalized solutions to design problems, analyze and select optimal solutions, predict their consequences, plan the implementation of projects, conduct patent research, ensuring the purity and patentability of new design solutions and determine the technical level indicators are designing s process engineering industries and products for various service destination;

the ability to carry out the testing of products and their elements for manufacturability.

### **Course description:**

## **I. STRUCTURE AND CONTENT OF THEORETICAL PART OF THE COURSE**

### ***Section I. General provisions. Classification and approaches to the design of technological processes.***

Theme 1. The main provisions. Classification of technological processes. Existing approaches to technology design (2/2 hours).

Classification (classes, types, types) of technological processes. General characteristics of manufacturing technology parts, assembly, adjustment and testing.

Characterization of approaches to the formation of technological processes using analogues (based on standard technologies and group operations). Formation of individual technologies based on original developments for specific production conditions.

### ***Section II. The theoretical basis for the design of subtractive technological processing of parts.***

Theme 1. Structure of the presentation of technological processes. The main tasks solved in the design of subtractive technologies. (2/2 hours).

Types of regulated documents for the presentation of technological processes. Route maps, operation cards, process maps, route-operation maps.

The main tasks solved in the design of subtractive technologies: 1) ensuring the shape of the surfaces of the part; 2) ensuring the relative position of the surfaces of the part; 3) ensuring the conditions for effective separation of material from the workpiece.

Theme 2. Structural parametric space to represent the geometric configuration and accuracy parameters of the part (2/2 hours.).

The dependence of possible technological solutions in the manufacture of parts from its geometric configuration. The main disadvantages of the existing

models describing the geometric configuration of the part, including the core CAD systems.

Representation of the structure and parameters of the geometrical configuration of the part as a set of six-dimensional vectors.

Theme 3. Model of formal synthesis of a set of possible methods of forming the surfaces of parts (2/2 hours.).

Classification of methods for shaping the main surfaces (plane, cylinder, ball, torus, cone). The principles of forming a set of producing lines based on the representation of the surfaces of the part, and the technological capabilities of the equipment in the form of a set of six-dimensional vectors.

The method of synthesis of a variety of possible methods of forming surfaces of parts.

Theme 4. Model of formal synthesis of a set of possible structures of the sequence of changing bases when processing a part (4/4 hour).

Representation of dimensional relationships between the surfaces of the part in the form of a tree graph for each of the six degrees of freedom. The formation of a matrix of connectivity and the imposition of technological constraints. Formal layout of the basing schemes and synthesis of the full set of possible variants of the structures of the sequence of changing bases when processing a part.

### ***Section III. Fundamentals of the design of additive technologies, molding parts and assembling components, assemblies and products.***

Theme 1. Formation of technology for molding parts and additive technological processes (2/2 hours.)

General characteristics and typical technologies for forming parts from flowable fractions of materials parts and technological features of manufacturing parts by deforming the original billet.

Features of the formation of additive technologies of micro and macro.

Theme 2. Designing technology installation and assembly (4/4 hours.).

The basic principles of design of assembly and assembly processes for various types of products (mechanical, hydraulic, electrical, optical, electronic, etc.).

Brief information about the formation and design of technological processes for the assembly of mechanical components, assemblies and products.

The specifics of the formation and design of technological processes of assembly of electrical and electronic circuits.

The specifics of the formation and design of technological processes of assembly of hydraulic and pneumatic components and assemblies.

### ***Section IV. Formation of technologies for adjustment and testing of components, assemblies and products.***

Theme 1. The main provisions of the design development of technological processes of adjustment and testing. (2/2 hours.).

Specificity of the formation and design of technological processes of regulation Regulations for testing and design of technological processes.

## **II. STRUCTURE AND CONTENT OF PRACTICAL COURSE**

Practical classes (1 semester 18 hours., 2 semester 18 hours., 3 semester 18 hours.) Term 1 (18/18 hours).

### ***Section I.***

Lesson 1. Continuous and discrete technologies. The main characteristics of various types of technological processes (production of parts, assembly and installation, adjustment, control, testing). Types of manufacturing technology parts: molding (casting, plastic deformation); additive (obtaining parts from microcomponents and macrocomponents); subtractive (complete removal of excess material (complete removal of excess material) or complete removal of allowance (complete removal allowance), as well as splitter technologies), (4 hours, interactive forms).

Lesson 2. The structure of the presentation of technological processes. Types of regulated documents for the presentation of technological processes. Route maps, operation cards, process maps, route-operation maps. The main tasks solved in the design of subtractive technologies: 1) ensuring the shape of the surfaces of the part; 2) ensuring the relative position of the surfaces of the part; 3) ensuring the conditions for effective separation of material from the workpiece (4 hours, interactive forms).

Lesson 3. Formal synthesis of a set of possible methods for forming the surfaces of parts (4 hours, interactive forms).

Lesson 4. Construction of a tree of dimensional relationships between the surfaces of the part for each of the six degrees of freedom (2 hours, interactive forms).

Lesson 5. Forming a matrix of connectivity and the imposition of technological constraints. Formal layout of the basing schemes and synthesis of the full set of possible variants of the structures of the sequence of changing bases when processing a part. (4 hours, interactive forms).

### ***Section II.*** Term 2 (18/18 hours).

Lesson 1. Study of typical technologies for forming parts from flowable fractions of materials details and technological features of manufacturing parts by deforming the original billet (4 hours, interactive forms).

Lesson 2. Practical development of the fundamentals of the formation of assembly and assembly processes for mechanical components, assemblies and products (6 hours, interactive forms).

Lesson 3. Brief acquaintance with the regulations for the assembly and assembly of technological processes for hydraulic, electrical, optical and electronic components, units and products (4 hours, interactive forms).

Lesson 4. Brief acquaintance with the regulations of the design of technological processes of adjustment and regulations of the test (4 hours, interactive forms).

**Section III.** Term 3 (18/18 hours).

Lesson 1. Formation of options and the choice of a rational method of obtaining blanks for the manufacture of parts (2 hours. Interactive forms).

Lesson 2. Practical development of forming plans for surface treatment of parts (4 hours, interactive forms).

Lesson 3. Mastering methods for calculating allowances and between transitional sizes (4 hours, interactive forms).

Lesson 4. Allocation of technological operations not related to a change in the geometric configuration. The division of the process into stages (2 hours, interactive forms).

Lesson 5. Practical development of methods for selecting bases and details basing schemes (4 hours, interactive forms).

Lesson 6. Formation of technological operations and the sequence of their execution (2 hours, interactive forms).

**Main course literature:**

Bezyazychny V.F., Krylov V.N., Charkovsky Y.K., Shilkov E.V. Technological processes of mechanical and physico-chemical processing in mechanical engineering. 4th ed., Sr. [electronic resource]: Lan publishing house. 2017. 432 p. ISBN: 978-5-8114-2118-3 Access mode: [https://e.lanbook.com/book/93688?category\\_pk=43729#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/93688?category_pk=43729#book_name)

Balla OM Tools providing modern CNC machines. [Electronic resource]. Publishing house "Lan". 2017. 200 p. ISBN: 978-5-8114-2655-3 Access mode: [https://e.lanbook.com/book/97677?category\\_pk=43729#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/97677?category_pk=43729#book_name)

Lelyukhin V.E., Kolesnikova O.V. Technology of production preparation: workshop on the subject "Technology of production preparation" [Electronic resource] / FEFU Engineering School. Vladivostok: Far East. federal University Press, 2015.– [122 p.] ..– ISBN 978-5-7444-3380-2; state registration, № 0321501800 (CD. - 20 copies in the department of CCI)

Engineering technology. T. 1. Fundamentals of engineering technology: a textbook for universities. [Electronic resource]. / Burtsev V.M., Vasilyev A.S., Gemba I.N., Dalsky A.M., Deev OM, Dilanyan R.Z., Ignatov A.V., Kamsyuk M.S., Kiselev V.L., Kondakov A.I., Meshcheryakov R.K., Spiridonov O.V., Tavrov V.I., Kholodkova A.G., Yastrebova N.A. // Publisher: MSTU. Bauman. 2011. 478 p. ISBN: 978-5-7038-3442-8 Access mode: [https://e.lanbook.com/book/106428?category\\_pk=43729#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/106428?category_pk=43729#book_name)

Engineering technology. T. 2. Fundamentals of engineering technology: a textbook for universities. [Electronic resource]. / Burtsev V.M., Vasilyev A.S., Gemba I.N., Deev OM, Ignatov A.V., Kondakov A.I., Maksimovich B.D., Melnikov G.N., Nikadimov E.F., Soloviev A.I., Tavrov V.I., Tikhonov V.P., Yastrebova N.A. // Publisher: MSTU. Bauman. 2012. 551 p. ISBN: 978-5-7038-3442-8 Access mode: [https://e.lanbook.com/book/106429?category\\_pk=43729#authors](https://e.lanbook.com/book/106429?category_pk=43729#authors)

### **Additional literature**

Lelyukhin V.E. Classification of methods of forming surfaces in the manufacture of parts. [electronic resource]: // Bulletin of the FEFU Engineering School. 2012. No 1. Access mode: <https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/184/2012-1-3.pdf> (access date: 10/19/2016)

Lelyukhin V. Ye., Kuzminova T. A., Kolesnikova O. V. The influence of the geometrical configuration of a part on the technology of its manufacture. [electronic resource]: // Modern scientific research and innovation. 2015. № 7 Mode of access: <http://web.snauka.ru/issues/2015/07/56318> (access date: 04/19/2017)

Averchenkov, V.I. Basics of mathematical modeling of technical systems [electronic resource]: studies. manual / V.I. Averchenkov, V.P. Fedorov, M. L. Kheifets. - 2nd ed., Stereotype. - M.: FLINT, 2011. - 271s. - ISBN 978-5-9765-1278-8 - Access mode: <http://znanium.com/catalog/product/453870>

Lelyukhin V.E., Rasskazov D.M. Technological documentation. Registration of educational reporting documents: studies. manual for universities. - Vladivostok: Mor. state Univ., 2008. - 128 p.

**Form of final knowledge control:** tests, exam



## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, магистерская программа «Автоматизация технологических процессов и производств (в промышленности)», входит в вариативную часть блока «Дисциплины (модули)» учебного плана и является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.03.04).

Трудоемкость дисциплины оставляет 8 зачетных единиц (288 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (60 часа), самостоятельная работа студентов (210 часов). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3,4 семестрах. Форма контроля по дисциплине – зачеты и экзамен.

Дисциплина «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» является важной в структуре ОПОП, поскольку определяет основные профессиональные компетенции, связанные с теоретическими и практическими навыками формирования технологических процессов.

Дисциплина «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» опирается на уже изученные дисциплины, общеинженерные знания, полученные ранее при обучении в бакалавриате, а также при изучении дисциплин: «Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств» и «Проектирование промышленного оборудования». В свою очередь является основой для освоения таких дисциплин, как «Автоматизация управления жизненным циклом изделий» и «Управление автоматизированным производством».

К особенностям построения курса следует отнести глубокую интеграцию теоретических положений с практикой формирования (проектирования) технологических процессов.

#### **Цели дисциплины:**

- изучение наиболее передовых оригинальных (разработанных на кафедре технологий промышленного производства) теоретических постулатов и методик формального синтеза проектных технологических решений;

- формирование практических навыков их применения при проектировании технологий.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Формирование у студентов общего поля зрения о многообразии и разнохарактерности технологий, применяемых в машиностроении с систематизацией по классам, видам, типам и т.д., а также видения роли и значимости технологического проектирования в машиностроении.

2. Изучение основных взаимозависимостей между элементами технологических процессов и их формальных представлений.

3. Изучение основных закономерностей протекания технологических процессов различных классов и видов (изготовления деталей, сборки узлов, регулировки, контроля и испытаний).

4. Изучение принципов и методик синтеза технологических решений на разных этапах проектирования технологии.

Изучение методов верификации математических моделей технологических процессов.

5. Изучение интегрального структурно-параметрического представления процессов, приемов, оборудования, инструмента и оснастки при создании информационной модели технологического процесса.

6. Практическое освоение методов и приемов проектирования технологических процессов и их элементов (маршрутов, операций переходов и пр.).

7. Практическое освоение современных расчетных инструментов, применяемых при формировании и оценке вариантов технологических решений.

8. Практическое освоение регламентов оформления разрабатываемых технологических процессов и их элементов.

Для успешного изучения дисциплины «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность проявлять инициативу и принимать ответственные решения, осознавая ответственность за результаты своей профессиональной деятельности;

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

- способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выбора на основе анализа вариантов оптимального прогнозируемых последствий решения;

- способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью;

- способность участвовать: в проведении предварительного технико-экономического анализа проектных расчетов; разработке (на основе действующих нормативных документов) проектной и рабочей технической документации (в том числе в электронном виде) машиностроительных производств, технической документации для регламентного эксплуатационного обслуживания их средств и систем; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации, действующим стандартам, техническим условиям и другим

нормативным документам; оформлением законченных проектно-конструкторских работ.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

| Код и формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенции |  |
|---|--------------------------------|--|
| <p><b>ОПК-3</b>, способность разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководить их созданием</p>   | Знает                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила разработки (на основе действующих стандартов) методических и нормативных документов;</li> <li>- современные методы, средства и технологии проектирования</li> </ul>   |
|   | Умеет                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств;</li> </ul>   |
|   | Владеет                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками компьютерного моделирования конструкторско-технологических задач;</li> <li>- навыками работы с PLM, PDM, CAD/CAM/CAE системами;</li> <li>- навыками разработки технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководства их созданием</li> </ul>   |
| <p><b>ПК-7</b>, способность осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных средств и систем технологической подготовки производства, разрабатывать и практически реализовывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения</p> | Знает                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы, средства и технологии построения схем информационных потоков;</li> <li>- современные методы, средства и технологии модернизации и автоматизации действующих автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов;</li> </ul>  |
|   | Умеет                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать функциональную, логическую схемы потоков в процессе функционирования проектируемых изделий и систем;</li> <li>- осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных средств и систем технологической подготовки производства</li> </ul> |
|   | Владеет                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки и практической реализации средств и систем автоматизации и управления различного назначения;</li> <li>- навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ;</li> </ul>  |
| <p><b>ПК-8</b> - способность обеспечивать: необходимую жизнестойкость средств и систем автоматизации,</p>   | Знает                          | <p>Методы обеспечения необходимой жизнестойкости средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов</p>   |

|   |         |  |
|---|---------|--|
| контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования;<br>разработку мероприятий по комплексному использованию сырья, замене дефицитных материалов и изысканию рациональных способов утилизации отходов производства   | Умеет   | Использовать основные методы, способы и средства обеспечения необходимой жизнестойкости средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования                                 |
|   | Владеет | навыками разработки мероприятий по комплексному использованию сырья, замене дефицитных материалов и изысканию рациональных способов утилизации отходов производства  |
| <b>ПК-18</b> , способность разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов | Знает   | - методы разработки теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемой продукции;<br>- современные методы, средства и технологии проектирования   |
|   | Умеет   | - разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации; |
|   | Владеет | - навыками компьютерного моделирования конструкторско-технологических задач;<br>- навыками работы с PLM, PDM, CAD/CAM/CAE системами;<br>- навыками моделирования и управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов         |

В рамках дисциплины «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: дискуссионные методы, эвристические беседы, проектирование, методы «мозгового штурма», творческие задания.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Теоретические занятия (3 семестр 18 час.)**

**Раздел I. Основные положения. Классификация и подходы к проектированию технологических процессов (2 час.).**

***Тема 1. Основные положения. Классификация технологических процессов. Существующие подходы к проектированию технологий (2 час.).***

Классификация (классы, виды, типы) технологических процессов. Общая характеристика технологий изготовления деталей, сборочных, регулировочных и проведения испытаний.

Характеристика подходов к формированию технологических процессов с использованием аналогов (на основе типовых технологий и групповых операций). Формирование индивидуальных технологий на основе оригинальных разработок для конкретных производственных условий.

**Раздел II. Теоретические основы проектирования субтрактивных технологических процессов обработки деталей (8 час.).**

***Тема 1. Структура представления технологических процессов. Основные задачи, решаемые при проектировании субтрактивных технологий. (2 час.).***

Виды регламентируемых документов для представления технологических процессов. Маршрутные карты, операционные карты, карты технологических процессов, маршрутно-операционные карты.

Основные задачи, решаемые при проектировании субтрактивных технологий: 1) обеспечение формы поверхностей детали; 2) обеспечение взаимного расположения поверхностей детали; 3) обеспечение условий эффективного отделения материала от заготовки.

***Тема 2. Структурно-параметрическое пространство для представления геометрической конфигурации и точностных параметров детали (2 час.).***

Зависимость возможных технологических решений при изготовлении детали от её геометрической конфигурации. Основные недостатки существующих моделей описания геометрической конфигурации детали, включая ядра CAD систем.

Представление структуры и параметров геометрической конфигурации детали в виде множества шестимерных векторов.

***Тема 3. Модель формального синтеза множества возможных методов формообразования поверхностей деталей (2 час.).***

Классификация методов формообразования основных поверхностей (плоскость, цилиндр, шар, тор, конус). Принципы формирования множества производящих линий на основе представления поверхностей детали, и технологических возможностей оборудования в виде множества шестимерных векторов.

Методика синтеза множества возможных методов формообразования поверхностей деталей.

***Тема 4. Модель формального синтеза множества возможных структур последовательности смены баз при обработке детали (2 час.).***

Представление размерных связей между поверхностями детали в виде графа дерева для каждой из шести степеней свободы. Формирование матрицы связности и наложение технологических ограничений. Формальная компоновка схем базирования и синтез полного множества возможных вариантов структур последовательности смены баз при обработке детали.

**Раздел III. Основы проектирования аддитивных технологий, формования деталей и сборки узлов, агрегатов и изделий (6 час.).**

***Тема 1. Формирование технологий формования деталей и аддитивных технологических процессов (2 час.).***

Общие характеристики и типовые технологии формования деталей из жидкотекучих фракций материалов детали и технологические особенности изготовления деталей деформированием исходной заготовки.

Особенности формирования аддитивных технологий из микро и макроэлементов.

## ***Тема 2. Проектирование технологий монтажа и сборки (4 час.).***

Основные принципы проектирования монтажных и сборочных технологических процессов для различных видов изделий (механические, гидравлические, электрические, оптические, электронные и т.д.).

Краткие сведения о формировании и оформлении технологических процессов сборки механических узлов, агрегатов и изделий.

Специфика формирования и оформления технологических процессов сборки электрических и электронных схем.

Специфика формирования и оформления технологических процессов сборки гидравлических и пневматических узлов и агрегатов.

## **Раздел IV. Формирование технологий регулировки и испытаний узлов, агрегатов и изделий (3 час.).**

### ***Тема 1. Основные положения разработки оформления технологических процессов регулировки и испытаний.***

Специфика формирования и оформления технологических процессов регулировки  
Регламенты проведения испытаний и оформление технологических процессов.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Практические занятия (3 семестр 36 час., 4 семестр 24 час.)**

***3 семестр (36/36 час.).***

***Занятие 1.*** Непрерывные и дискретные технологии. Основные характеристики технологических процессов различных видов (изготовление деталей, сборка и монтаж, регулировка, контроль, испытания). Виды технологий изготовления деталей: формование (литье, пластическая деформация); аддитивные (получение детали из микрокомпонент и макрокомпонент); субтрактивные (полного удаления излишков материала (complete removal of excess material) или полное удаление припуска (complete



removal allowance), а также сплиттерные технологии), (4 час., интерактивные формы).

**Занятие 2.** Структура представления технологических процессов. Виды регламентируемых документов для представления технологических процессов. Маршрутные карты, операционные карты, карты технологических процессов, маршрутно-операционные карты. Основные задачи, решаемые при проектировании субтрактивных технологий: 1) обеспечение формы поверхностей детали; 2) обеспечение взаимного расположения поверхностей детали; 3) обеспечение условий эффективного отделения материала от заготовки (4 час., интерактивные формы).

**Занятие 3.** Формальный синтез множества возможных методов формообразования поверхностей деталей (4 час., интерактивные формы).

**Занятие 4.** Построение графа дерева размерных связей между поверхностями детали для каждой из шести степеней свободы (2 час., интерактивные формы).

**Занятие 5.** Формирование матрицы связности и наложение технологических ограничений. Формальная компоновка схем базирования и синтез полного множества возможных вариантов структур последовательности смены баз при обработке детали. (4 час., интерактивные формы).

**Занятие 6.** Изучение типовых технологий формования деталей из жидкотекучих фракций материалов детали и технологические особенности изготовления деталей деформированием исходной заготовки (4 час., интерактивные формы).

**Занятие 7.** Практическое освоение основ формирования монтажных и сборочных технологических процессов для механических узлов, агрегатов и изделий (6 час., интерактивные формы).

**Занятие 8.** Краткое ознакомление с регламентами оформления монтажных и сборочных технологических процессов для гидравлических,

электрических, оптических и электронных узлов, агрегатов и изделий (4 час., интерактивные формы).

*Занятие 9.* Краткое ознакомление с регламентами оформления технологических процессов регулировки и регламентами проведения испытаний (4 час., интерактивные формы).

*3 семестр (24/24 час.).*

*Занятие 1.* Формирование вариантов и выбор рационального метода получения заготовки для изготовления детали (4 час., интерактивные формы).

*Занятие 2.* Практическое освоение формирования планов обработки поверхностей деталей (4 час., интерактивные формы).

*Занятие 3.* Освоение методик расчета припусков и межпереходных размеров (4 час., интерактивные формы).

*Занятие 4.* Выделение технологических операций, не связанных с изменением геометрической конфигурации. Деление технологического процесса на стадии (4 час., интерактивные формы).

*Занятие 5.* Практическое освоение методов выбора баз и схем базирования деталей (4 час., интерактивные формы).

*Занятие 6.* Формирование технологических операций и последовательности их выполнения (4 час., интерактивные формы).

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

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

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины  | Коды и этапы формирования компетенций | Оценочные средства   |                          |                      |
|-------|---|---------------------------------------|--|--------------------------|----------------------|
|       |   |                                       | текущий контроль   | промежуточная аттестация |                      |
| 1     | Раздел I. Основные положения.<br>Классификация и подходы к проектированию технологических процессов | ОПК-3                                 | знает правила разработки (на основе действующих стандартов) методических и нормативных документов; современные методы, средства и технологии проектирования  | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7     | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 |
|       |   |                                       | Умеет разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств                | УО-1<br>УО-2             |                      |
|       |   |                                       | Владеет навыками разработки технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководства их созданием | УО-1<br>УО-2             |                      |
| 2     | Раздел II.<br>Теоретические основы проектирования субтрактивных технологических                     | ПК-7                                  | Знает современные методы, средства и технологии построения схем информационных потоков; современные методы, средства и технологии модернизации и автоматизации действующих                           | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7     | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 |

|   |   |       |   |                      |                      |
|---|---|-------|---|----------------------|----------------------|
|   | процессов обработки деталей   |       | автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов  |                      |                      |
|   |   |       | Умеет разрабатывать функциональную, логическую схемы потоков в процессе функционирования проектируемых изделий и систем   | УО-1<br>УО-2         |                      |
|   |   |       | Владет навыками разработки и практической реализации средств и систем автоматизации и управления различного назначения; навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ  | УО-1<br>УО-2         |                      |
| 3 | Раздел III. Основы проектирования аддитивных технологий, формования деталей и сборки узлов, агрегатов и изделий | ПК-18 | Знает методы разработки теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемой продукции   | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 |
|   |   |       | Умеет разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации | УО-1<br>УО-2         |                      |
|   |   |       | Владет навыками моделирования и управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов   | УО-1<br>УО-2         |                      |
| 4 | Раздел IV. Формирование   | ПК-8  | Знает методы обеспечения необходимой  | УО-1<br>УО-2         | УО-1<br>УО-2         |

|  |  |  |  |              |      |
|--|--|--|--|--------------|------|
|  | технологий<br>регулировки и<br>испытаний узлов,<br>агрегатов и изделий |  | жизнестойкости средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов   | ПР-7         | ПР-7 |
|  |  |  | Умеет использовать основные методы, способы и средства обеспечения необходимой жизнестойкости средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования | УО-1<br>УО-2 |      |
|  |  |  | Владеет навыками разработки мероприятий по комплексному использованию сырья, замене дефицитных материалов и изысканию рациональных способов утилизации отходов производства  | УО-1<br>УО-2 |      |

| Расшифровка кодировок оценочных средств (ОС) |        |                                  |   |   |
|--|--------|----------------------------------|---|---|
| № п/п  | Код ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства  | Представление оценочного средства в фонде |
| 1  | УО-1   | Собеседование                    | Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам/разделам дисциплины      |
| 2  | УО-2   | Коллоквиум                       | Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.  | Вопросы по темам/разделам дисциплины      |
| 4  | ПР-2   | Контрольная работа               | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определённого типа по теме или разделу   | Комплект контрольных заданий по вариантам |
| 5  | ПР-7   | Конспект                         | Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.  | Темы/разделы дисциплины                   |

|   |       |                                 |   |   |
|---|-------|---------------------------------|---|---|
| 6 | ПР-11 | Разноуровневые задачи и задания | Различают задачи и задания:<br>а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определённого раздела дисциплины;<br>б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;<br>в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. | Комплект разноуровневых задач и заданий |
|---|-------|---------------------------------|---|---|

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

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Безъязычный В.Ф., Крылов В.Н., Чарковский Ю.К., Шилков Е.В. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении. 4-е изд., стер. [электронный ресурс]: Издательство "Лань". 2017. 432 с. ISBN: 978-5-8114-2118-3 Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/93688?category\\_pk=43729#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/93688?category_pk=43729#book_name)

2. Балла О.М. Инструментообеспечение современных станков с ЧПУ. [Электронный ресурс]. Издательство "Лань". 2017. 200 с. ISBN: 978-5-8114-2655-3 Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/97677?category\\_pk=43729#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/97677?category_pk=43729#book_name)

3. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. Технология подготовки производства: практикум по дисциплине «Технология подготовки производства» [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2015.– [122 с.]..– ISBN 978-5-7444-3380-2; гос. регистрация, № 0321501800 (CD. – 20 экз. на кафедре)

4. Технология машиностроения. Т. 1. Основы технологии машиностроения: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс]. / Бурцев В.М., Васильев А.С., Гемба И.Н., Дальский А.М., Деев О.М., Диланян Р.З., Игнатов А.В., Камсюк М.С., Киселев В.Л., Кондаков А.И., Мещеряков Р.К., Спиридонов О.В., Тавров В.И., Холодкова А.Г., Ястребова Н.А. // Издательство: МГТУ им. Баумана. 2011. 478 с. ISBN: 978-5-7038-3442-8  
Режим доступа:  
[https://e.lanbook.com/book/106428?category\\_pk=43729#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/106428?category_pk=43729#book_name)

5. Технология машиностроения. Т. 2. Основы технологии машиностроения: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс]. / Бурцев В.М., Васильев А.С., Гемба И.Н., Деев О.М., Игнатов А.В., Кондаков А.И., Максимович Б.Д., Мельников Г.Н., Никадимов Е.Ф., Соловьев А.И., Тавров В.И., Тихонов В.П., Ястребова Н.А. // Издательство: МГТУ им. Баумана. 2012. 551 с. ISBN: 978-5-7038-3442-8  
Режим доступа:  
[https://e.lanbook.com/book/106429?category\\_pk=43729#authors](https://e.lanbook.com/book/106429?category_pk=43729#authors)

6. Лелюхин В.Е. Классификация методов формообразования поверхностей при изготовлении детали. [электронный ресурс]: // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2012. No 1. Режим доступа:  
<https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/184/2012-1-3.pdf> (дата обращения: 19.10.2016)

### **Дополнительная литература**

(печатные и электронные издания)

1. Лелюхин В.Е., Кузьминова Т. А., Колесникова О. В. Параметрическое пространство формообразования элементарных поверхностей деталей. [электронный ресурс]: // Эволюция современной

науки: сборник статей Международной научно-практической конференции (15 июня 2015 г., г. Уфа). - Уфа: АЭТЕРНА, 2015. – с.46-49 ISBN 978-5-906808-32-5. Режим доступа: <http://aeterna-ufa.ru/sbornik/NK77.pdf> (дата обращения: 15.09.2016)

2. Лелюхин В.Е., Колесникова О. В., Кузьминова Т. А., Синтез методов формообразования элементарных поверхностей детали при механической обработке. [электронный ресурс]: //Современный взгляд на будущее науки: сборник статей Международной научно-практической конференции (25 июня 2015 г., г. Уфа) - Уфа: АЭТЕРНА, 2015. – с.42-45 ISBN 978-5-906808-37-0. Режим доступа: <http://aeterna-ufa.ru/sbornik/NK79.pdf> (дата обращения: 7.02.2017)

3. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. Анализ и расчет размерных цепей на основе графов размерных связей [электронный ресурс]: / Вестник Инженерной школы Дальневост. федеральн. ун-та. 2015. № 4. С. 3–12. Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/vestnikis/archive-editions/4-25/4/> (дата обращения: 28.02.2016).

4. Лелюхин В. Е., Кузьминова Т. А., Колесникова О. В. Влияние геометрической конфигурации детали на технологию её изготовления. [электронный ресурс]: // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 7 Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2015/07/56318> (дата обращения: 19.04.2017)

5. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [электронный ресурс]: учеб. пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – 2-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – 271с. - ISBN 978-5-9765-1278-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/453870>

6. Лелюхин В.Е., Рассказов Д.М. Технологическая документация. Оформление учебных отчетных документов: учеб. пособие для вузов. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2008. – 128 с (5экз. на каф. ТПП).



## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием настоящего документа.

Лекционный материал представляет собой кратко изложенные систематизированные основы научных знаний по ключевым разделам дисциплины. Изучение этого материала позволяет сформировать в сознании учащегося целостный образ (информационное «ядро») дисциплины.

При изучении и проработке теоретического материала для обучающихся очной формы обучения необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы РПУД ФОС (Приложение 2).
- при подготовке к промежуточной аттестации, использовать материалы РПУД ФОС (Приложение 2).

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию для обучающихся очной формы обучения необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- изучить материалы практического задания по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

## **Методические рекомендации по выполнению контрольной работы.**

Для более эффективной работы студентов, процесс выполнения контрольной работы разделен на 9 этапов. График выполнения предусматривает для выполнения каждого этапа временной интервал в две недели.

Этап №1. Существующие методики проектирования технологических процессов. Задание: выполнить описание существующих методик 1) проектирование на основе типовых ТП, 2) групповые операции и оснастка, 3) модульное проектирование ТП, 4) проектирование единичных ТП.

Этап №2. Последовательность проектирования единичных технологических процессов. Задание: Выполнить описание основных этапов проектирования технологического процесса и их я

Этап №3. Получение и анализ деталей на выполнение курсового проекта. Задание: 1) сделать 3D модель детали, оформить 2D чертеж детали (в SolidWorks 2016), сделать чертеж в pdf формате.

Этап №4. Анализ функционального назначения поверхностей детали и определение планов их обработки. Задание: 1) описать функциональное назначение детали, 2) описать функциональное назначение каждой поверхности, 3) сформировать производящие линии для каждой обрабатываемой поверхности, 4) синтезировать полный набор методов формообразования для каждой обрабатываемой поверхности, 5) для каждой обрабатываемой поверхности определить количество технологических переходов, 6) сформировать план обработки каждой обрабатываемой поверхности, 7) оформить все перечисленное в часть пояснительной записки.

Этап №5. Расчет припусков и межпереходных размеров. Выбор метода получения заготовки и формирование её геометрической конфигурации. Задание: 1) рассчитать припуски необходимые для изготовления каждой обрабатываемой поверхности, 2) определить метод получения заготовки, 3) разработать конструкцию (геометрическую конфигурацию) заготовки. 4) построить 3D модель и чертеж заготовки, определить норму расхода

материала заготовки и коэффициент использования материала, 5) оформить все перечисленное в часть пояснительной записки.

Этап №6. Анализ геометрической структуры детали, определение последовательности обработки поверхностей (последовательности смены баз), формирование установов. Задание: 1) описать в виде графов размерные связи между поверхностями детали (структуру геометрической конфигурации), 2) определить возможные варианты базирования и последовательности смены баз для обработки всех требуемых поверхностей, 3) на основе вариантов базирования сформировать обоснованную последовательность выполнения установов при изготовлении детали, 5) оформить все перечисленное в часть пояснительной записки.

Этап №7. Определение стадий обработки детали, формирование технологических операций. Задание: 1) определить необходимые технологические операции, связанные с формированием требуемых свойств материала, 2) сформировать стадии обработки детали, 3) определить межстадийные состояния детали, 4) построить 3D модели для каждого состояния, 5) сформировать технологические операции и последовательность их выполнения (технологический маршрут), 6) сформировать перечень необходимой оснастки, приспособлений и инструмента, 7) оформить пояснительную записку.

Этап №8. Представление материалов курсового проекта. Консультация. Задание: 1) окончательное оформление пояснительной записки, чертежей и операционных эскизов. 2) подготовка презентации курсового проекта (до 5 мин).

Этап №9. Защита контрольной работы

**Рекомендации по работе с литературой.** Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу, практическим и контрольным работам, экзамену. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» на протяжении двух семестров преподается в аудиториях общего назначения. В этих аудиториях проводятся теоретические и практические занятия. В аудиториях общего назначения имеется современная учебная мебель в виде набора столов и стульев для размещения студентов во время занятий. Также аудитории оснащены классными досками, нарисованными непосредственно на стенах аудиторий или закрепленными на перемещаемых стойках. На этих досках можно наносить таблицы, диаграммы, тексты и фрагменты изображений чертежей, схем и рисунков, с использованием маркеров.

Дисциплина «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» обеспечена электронным курсом лекций, заданиями для аудиторной и домашней работы.

Студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности:

| <b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>  | <b>Перечень основного оборудования</b>  |
|---|---|
| <p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, Корпус Е, ауд. Е524.<br/>Мультимедийная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> | <p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 25), Место преподавателя (стол, стул), Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avertision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)</p> |

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

**Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических  
процессов и производств**

программа – «Автоматизация технологических процессов и производств (в промышленности)»

Форма подготовки очная

**Владивосток  
2020**

Основная цель самостоятельной работы студентов заключается в так называемом «повторении» материалов, изучаемых во время аудиторных занятий.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

| <b>№ п/п</b> | <b>Дата/сроки выполнения</b> | <b>Вид самостоятельной работы</b>         | <b>Примерные нормы времени на выполнение</b> | <b>Форма контроля</b>          |
|--------------|------------------------------|---|--|--------------------------------|
| 1            | Перед лекц. занятием         | Повторение лекционного материала          | 36   | Беглый опрос на лекциях        |
| 2            | Перед практ. занятием        | Повторение материала практических занятий | 40   | Опрос на практических занятиях |
| 3            | Перед зачетом                | Подготовка к зачету                       | 29   | Сдача зачета                   |
| 4            | В удобное время              | Выполнение контрольных работ              | 60   | Сдача контрольных работ        |
| 5            | Перед экзаменом              | Подготовка к экзамену                     | 45   | Сдача экзамена                 |
|              |                              | Всего                                     | 210  |                                |

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы**

В качестве заданий для самостоятельной работы в первом семестре рассматриваются темы лекционных занятий и задания, полученные на практических занятиях.

Во втором семестре самостоятельная работа аналогична работе в первом семестре с добавлением контрольных работ, на выполнение которых предусмотрено 30 часов СРС.

В третьем семестре основное время самостоятельной работы студентов затрачивается на выполнение курсового проекта (40 часов) и на подготовку к сдаче экзамена за трех семестровый курс.

В ходе самостоятельной работы студенту рекомендуется:

— освоить теоретический материал по изучаемой дисциплине (отдельные темы, отдельные вопросы тем, отдельные положения и т. д.);

– закрепить знания теоретического материала, используя необходимый инструментарий, практическим путем (решение задач, выполнение контрольных работ, тестов для самопроверки);

– применить полученные знания и практические навыки для анализа ситуации и выработки правильного решения (подготовка к групповой дискуссии, подготовленная работа в рамках деловой игры, письменный анализ конкретной ситуации, разработка проектов и т. д.);

– использовать полученные знания и умения для формирования собственной позиции, теории, модели (написание выпускной (дипломной) работы, выполнение научно-исследовательской работы).

Для повышения результативности при выполнении СРС студентам желательно ознакомиться с графиком аудиторных занятий и самостоятельной работы; с рекомендуемой основной, дополнительной и методической литературой. Целесообразно разработать индивидуальный план-график подготовки и реализации составляющих СРС. При необходимости разработать индивидуальный график корректирующих мероприятий, предусматривающий выявление причин отставания от намеченного плана, чтобы своевременно принять меры по устранению отставания от плана.

Также в качестве рекомендаций при выполнении СРС студентам можно порекомендовать четкое и полное определение следующих характеристик предстоящей работы:

- цель задания;
- условия выполнения;
- объем;
- сроки;
- образец оформления.

**Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**



При подготовке к устным опросам по лекционным и практическим занятиям желательно составить тезисный план ответа.

При выполнении контрольных работ и курсовых проектов необходимо придерживаться обще кафедральных правил и регламентов оформления.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Основными критериями оценки выполнения самостоятельной работы на основании приложения к письму Минобразования РФ от 29.12.2000 г. № 1-52-138 «Рекомендации по планированию и организации самостоятельной работы студентов образовательных учреждений СПО» являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических, ситуационных задач;
- сформированность общеучебных умений;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- уровень самостоятельности студента при выполнении СРС.

В качестве контроля самостоятельной работы могут использоваться следующие формы:

- индивидуальные беседы и консультации с преподавателем;
- проверка письменных отчетов;
- проверка знаний на промежуточном этапе;
- проверка конспектов источников, монографий и статей;
- выборочная проверка заданий.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

**Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических  
процессов и производств**

программа – «Автоматизация технологических процессов и производств (в  
промышленности)»

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2020**

**Паспорт фонда оценочных средств  
по дисциплине «Теоретические основы формирования технологических  
процессов в машиностроении»**

| Код и формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенции |  |
|---|--------------------------------|--|
| <p><b>ОПК-3</b>, способность разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководить их созданием</p>   | Знает                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила разработки (на основе действующих стандартов) методических и нормативных документов;</li> <li>- современные методы, средства и технологии проектирования</li> </ul>   |
|   | Умеет                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств;</li> </ul>   |
|   | Владеет                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками компьютерного моделирования конструкторско-технологических задач;</li> <li>- навыками работы с PLM, PDM, CAD/CAM/CAE системами;</li> <li>- навыками разработки технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководства их созданием</li> </ul>   |
| <p><b>ПК-7</b>, способность осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных средств и систем технологической подготовки производства, разрабатывать и практически реализовывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения</p> | Знает                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы, средства и технологии построения схем информационных потоков;</li> <li>- современные методы, средства и технологии модернизации и автоматизации действующих автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов;</li> </ul>  |
|   | Умеет                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать функциональную, логическую схемы потоков в процессе функционирования проектируемых изделий и систем;</li> <li>- осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных средств и систем технологической подготовки производства</li> </ul> |
|   | Владеет                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки и практической реализации средств и систем автоматизации и управления различного назначения;</li> <li>- навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ;</li> </ul>  |
| <p><b>ПК-8</b> - способность обеспечивать: необходимую живучесть средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования;</p>  | Знает                          | <p>Методы обеспечения необходимой живучести средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов</p>  |
|   | Умеет                          | <p>Использовать основные методы, способы и средства обеспечения необходимой живучести средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования</p>   |

|   |         |  |
|---|---------|--|
| разработку мероприятий по комплексному использованию сырья, замене дефицитных материалов и изысканию рациональных способов утилизации отходов производства  | Владеет | навыками разработки мероприятий по комплексному использованию сырья, замене дефицитных материалов и изысканию рациональных способов утилизации отходов производства  |
| <b>ПК-18</b> , способность разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов | Знает   | - методы разработки теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемой продукции;<br>- современные методы, средства и технологии проектирования   |
|   | Умеет   | - разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации; |
|   | Владеет | - навыками компьютерного моделирования конструкторско-технологических задач;<br>- навыками работы с PLM, PDM, CAD/CAM/CAE системами;<br>- навыками моделирования и управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов         |

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины  | Коды и этапы формирования компетенций | Оценочные средства  |                          |                      |
|-------|---|---------------------------------------|---|--------------------------|----------------------|
|       |   |                                       | текущий контроль  | промежуточная аттестация |                      |
| 1     | Раздел I. Основные положения.<br>Классификация и подходы к проектированию технологических процессов | ОПК-3                                 | знает правила разработки (на основе действующих стандартов) методических и нормативных документов, современные методы, средства и технологии проектирования                           | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7     | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 |
|       |   |                                       | Умеет разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств | УО-1<br>УО-2             |                      |

|   |   |       |   |                      |                      |
|---|---|-------|---|----------------------|----------------------|
|   |   |       | Владеет навыками разработки технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководства их созданием  | УО-1<br>УО-2         |                      |
| 2 | Раздел II.<br>Теоретические основы проектирования субтрактивных технологических процессов обработки деталей     | ПК-7  | Знает современные методы, средства и технологии построения схем информационных потоков; современные методы, средства и технологии модернизации и автоматизации действующих автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 |
|   |   |       | Умеет разрабатывать функциональную, логическую схемы потоков в процессе функционирования проектируемых изделий и систем   | УО-1<br>УО-2         |                      |
|   |   |       | Владеет навыками разработки и практической реализации средств и систем автоматизации и управления различного назначения; навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ   | УО-1<br>УО-2         |                      |
| 3 | Раздел III. Основы проектирования аддитивных технологий, формования деталей и сборки узлов, агрегатов и изделий | ПК-18 | Знает методы разработки теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемой продукции   | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 |
|   |   |       | Умеет разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и   | УО-1<br>УО-2         |                      |

|   |  |      |  |                      |                      |
|---|--|------|--|----------------------|----------------------|
|   |  |      | систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации  |                      |                      |
|   |  |      | Владеет навыками моделирования и управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов   | УО-1<br>УО-2         |                      |
| 4 | Раздел IV.<br>Формирование технологий регулировки и испытаний узлов, агрегатов и изделий | ПК-8 | Знает методы обеспечения необходимой жизнестойкости средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов  | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 | УО-1<br>УО-2<br>ПР-7 |
|   |  |      | Умеет использовать основные методы, способы и средства обеспечения необходимой жизнестойкости средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования | УО-1<br>УО-2         |                      |
|   |  |      | Владеет навыками разработки мероприятий по комплексному использованию сырья, замене дефицитных материалов и изысканию рациональных способов утилизации отходов производства  | УО-1<br>УО-2         |                      |

### ***Критерии оценки (устного доклада, сообщения):***

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

✓ 85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы, то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### ***Критерии оценки практического задания***

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определено и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.



## *Методические рекомендации, определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины*

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты практической/контрольной работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

степень усвоения теоретических знаний;

уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

результаты самостоятельной работы.

Процедура оценивания по объекту «учебная дисциплина» предполагает ведение табеля посещаемости лекционных и практических занятий, выполнение практических заданий в указанные преподавателем сроки.

Процедура оценивания по объекту «степень усвоения теоретических знаний» предполагает проведение собеседований с обучающимися в начале лекции и практического занятия. В соответствии с критериями оценки устного сообщения ведется текущий контроль знаний.

Процедура оценивания по объекту «уровень овладения практическими умениями и навыками» предполагает выполнение и защиту обучающимися практических заданий, которые оцениваются по приведенным выше критериям оценки выполнения практических заданий.

Процедура оценивания по объекту «результаты самостоятельной работы» выполняется в соответствии с методическими указаниями и критериями оценки самостоятельной работы (Приложение 1).

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении» проводится в виде устного экзамена с использованием оценочных средств устного опроса в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене  
по дисциплине «Теоретические основы формирования технологических  
процессов в машиностроении»**

| Баллы<br>(рейтингов<br>ой оценки) | Оценка<br>зачета/<br>экзамена<br>(стандартная) | Требования к сформированным компетенциям   |
|-----------------------------------|--|--|
| 99-100                            | «отлично»                                      | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. |
| 90-98                             | «хорошо»                                       | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.   |

|       |                              |   |
|-------|------------------------------|---|
| 65-89 | <i>«удовлетворительно»</i>   | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.  |
| <65   | <i>«неудовлетворительно»</i> | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

### **Вопросы к экзамену**

#### **по дисциплине «Теоретические основы формирования технологических процессов в машиностроении»**

1. Смысловое содержание термина «технология». Назначение технологии. Примеры технологий.
2. Чем отличается подготовка технологии от технологической подготовки производства.
3. Роль, место и значимость технологической подготовки.
4. Различия в технологической подготовке в России и за рубежом.
5. Чем определяется качество технологической подготовки производства и параметры, характеризующие её качество.
6. Цели разработки технологических процессов.
7. Основные положения детерминированности представления геометрического образа детали на чертежах.
8. Примеры неопределенности представления образа детали на чертежах.
9. Взаимосвязь между конструкцией изделия и технологией его изготовления.
10. Влияние конструкции на технологию и наоборот.
11. Структурно-параметрическое представление технологии.
12. Системы ЕСТПП и ЕСТД, их назначение и основные отличия.
13. Виды технологических процессов. Их основные характеристики.

14. Структуры и формы представления технологических процессов для различных видов. Примеры.
15. Семейства технологий изготовления деталей. Классификация.
16. Существующие подходы к проектированию технологии (методики проектирования). Их достоинства и недостатки
17. Основные задачи при проектировании технологии изготовления деталей.
18. Структура технологического процесса изготовления детали.
19. Понятие «Технологическая операция», её характеристика.
20. Понятие «Установ», его характеристика.
21. Что такое «Технологический переход». Характеристика и примеры.
22. Типовые, групповые и единичные технологические процессы, назначение, характеристика, основные отличия.
23. Что такое «Типовые технологические процессы» и для чего они нужны.
24. Что можно сказать о «Групповых технологиях».
25. Технологии обеспечения свойств материала детали.
26. Методики проектирования единичных технологических процессов изготовления деталей.
27. Основные задачи, решаемые при проектировании технологии обеспечения геометрии детали.
28. Что такое стадии обработки и их использование при проектировании технологического процесса.
29. Определение межстадийных состояний и формирование состава стадий изготовления детали.
30. Методики определения количества ступеней обработки поверхностей. Примеры.
31. Методы формального представления элементарных поверхностей (плоскость, цилиндр, сфера) в трехмерном пространстве.
32. Формальный синтез формообразующих движений для элементарных поверхностей (плоскость, цилиндр, сфера).

33. Формальное представление движений станка для реализации формообразующих движений.
34. Существующие подходы к классификации методов формообразования поверхностей.
35. Формальный синтез методов формообразования.
36. План обработки поверхности, понятия, структура и состав. Примеры планов обработки.
37. Методы определения припусков для обработки при формировании параметров заготовки.
38. Основные факторы и их влияние на величину минимального припуска при обработке поверхности. Расчет минимальных припусков на обработку.
39. Определение межпереходных размеров при обработке поверхностей детали.
40. Схема расчета припусков и межпереходных размеров при обработке поверхностей детали.
41. Что означает термин «базирование». Для чего используется базирование.
42. Опорное и выверочное базирование. Их характеристики и примеры.
43. Классификация баз по различным признакам.
44. Чем отличаются установочная, направляющая и опорная базы.
45. Двойная направляющая и двойная опорная базы, примеры.
46. Схемы базирования призматической детали.
47. Схемы базирования тел вращения.
48. Схемы базирования с использованием двух «пальцев».
49. Размерные цепи, понятие и использование размерных цепей при проектировании технологии.
50. Виды размерных цепей их характеристика и свойства (РД 50-635-87). Примеры.
51. Характеристика и свойства звеньев размерных цепей. Примеры.
52. Замыкающее звено, его характеристика и свойства.
53. Методы достижения точности замыкающего звена.
54. Способы расчета размерных цепей. Примеры.
55. Прямая и обратная задачи при расчете размерных цепей.

56. Формирование графа возможных связей и представление его в виде матрицы.
57. Степени свободы в трехмерном пространстве и формы их представления.
58. Отображение размерных связей между поверхностями детали в виде графов и их использование при проектировании технологических процессов.
59. Что такое «Матрица смежности» и её свойства.
60. Приемы формального синтеза комплектов технологических баз.
61. Схема построения графа последовательности обработки детали (в пределах стадии).
62. Формирование последовательности смены баз на основе графов размерных связей. Примеры.
63. Принципы формальной компоновки технологических операций.
64. Группы заменяемости оборудования (станков), условия существования таких групп.
65. Общая схема подготовки технологического процесса на предприятии.
66. Чем отличается маршрутный лист от маршрутной карты.
67. Понятие серийности производства и способ его определения. ГОСТ 3.1121-84 ЕСТД.