

ПОСТАНОВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

19 июля 2024 г. № 86

**Об утверждении учебной программы  
факультативных занятий**

На основании части первой пункта 11 статьи 163 Кодекса Республики Беларусь об образовании Министерство образования Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить учебную программу факультативных занятий «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию» для X–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (прилагается).

2. Признать утратившим силу подпункт 1.2 пункта 1 постановления Министерства образования Республики Беларусь от 18 июля 2022 г. № 192 «Об утверждении учебных программ факультативных занятий».

3. Настоящее постановление вступает в силу с 1 сентября 2024 г.

Министр

А.И.Иванец

УТВЕРЖДЕНО

Постановление  
Министерства образования  
Республики Беларусь  
19.07.2024 № 86

**Учебная программа факультативных занятий  
«В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию»  
для X–XI классов учреждений образования,  
реализующих образовательные программы общего среднего образования**

**ГЛАВА 1  
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1. Учебная программа факультативных занятий для X–XI классов «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию» (далее – учебная программа факультативных занятий) предназначена для проведения в X–XI классах факультативных занятий по формированию технологической культуры учащихся как одного из элементов общей и профессиональной культуры будущего инженера. Настоящая учебная программа факультативных занятий включает инвариантный и вариативный компоненты, сочетание которых позволит эффективно организовать образовательный процесс с учетом взаимодействия учреждений общего среднего и высшего образования.

Настоящей учебной программой факультативных занятий предусмотрено формирование календарно-тематического планирования с учетом включения обязательных восьми модулей в X классе и девяти модулей в XI классе, для которых из вариативного компонента возможен выбор наиболее актуального содержания в указанном для данного компонента объеме часов. Число вариативных модулей и их тематика определяются учреждением образования.

2. Настоящая учебная программа факультативных занятий рассчитана на 70 часов (2 часа в неделю) в X классе и на 68 часов (2 часа в неделю) в XI классе.

3. Цель – формирование у учащихся технологической культуры, позитивного отношения к инженерной деятельности, готовности к осознанному выбору инженерного направления для продолжения образования.

4. Задачи:

познакомить учащихся с историей возникновения и развития промышленности, технологий автомобиле-, приборо-, авиа-, машиностроения, энергетики, металлургии,

архитектуры и строительства, природопользования и охраны природных ресурсов и смежных отраслей в целях стимулирования профессионально ориентированного интереса;

расширить предметные компетенции учащихся по учебным предметам «Информатика», «Физика», «География», «Математика», «Химия», «Биология», «Черчение»;

познакомить с основами эксплуатации и применения современных сложных инженерных объектов, инфраструктуры и функционировании предприятий и организаций технического профиля;

формировать умения применять различные способы и средства преобразования материалов, энергии, информации, рассчитывать экономическую эффективность и предполагать возможные экологические последствия технологической деятельности, составлять личные и профессиональные планы;

формировать технологические компетенции (когнитивный, операциональный, личностный и социальный компоненты);

развивать технологическое мышление учащихся на основе осуществления проектной деятельности при использовании специальных технических устройств, оборудования и технологий;

содействовать усвоению нравственных норм, определяющих условия выбора, использования, преобразования и разработки технологического инструментария в инженерных проектах;

расширить, углубить и систематизировать знания учащихся о специфике и многообразии инженерной деятельности, ее социальной, экономической, научной и культурной значимости;

развивать мотивацию к осознанному профессиональному выбору, содействовать удовлетворению потребности в профессиональном самоопределении посредством формирования позитивного отношения к инженерной деятельности;

развивать познавательную и творческую активность, инициативность, ответственность за свои действия, организованность, предприимчивость, стремление к саморазвитию и самореализации, а также навыки осуществления коммуникации, умения работы с информацией;

формировать основы 4К-компетенций (критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация);

развивать техническое мышление учащихся на основе осуществления исследовательской деятельности при использовании специализированного оборудования и технологий;

формировать практические умения и навыки в освоении специализированных компьютерных программ, языков и средств программирования.

5. Рекомендуемые формы и методы обучения и воспитания, виды учебной деятельности. Настоящая учебная программа факультативных занятий разработана на основе компетентного подхода, реализация которого предусматривает активную учебную деятельность учащихся как важное условие формирования технологической культуры и профессионального самоопределения. В связи с этим наряду с традиционными словесными и наглядными методами (рассказ, беседа, демонстрация) целесообразно использовать кейс-технологии, метод проектов, дискуссии, игровые методы, информационно-коммуникационные технологии, задействовать потенциал образовательных экскурсий, выездных занятий, онлайн-семинаров, вебинаров.

Рекомендуемые формы организации обучения: сочетание фронтальных, групповых, парных и индивидуальных форм обучения. При проведении занятий существенное значение наряду с ознакомлением с теоретическим материалом имеет выполнение практических работ, групповых проектов. Итогом изучения каждого модуля должна стать презентация группового проекта с обсуждением и оформлением полученных результатов.

При проведении факультативных занятий рекомендуется ориентировать учащихся на самостоятельную работу с различными информационными источниками (в том числе

научно-популярными публикациями, справочной и энциклопедической литературой), подготовку сообщений и презентаций, публичное представление результатов своей работы.

К проведению факультативных занятий «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию» могут привлекаться педагогические работники, которые обладают знаниями в области техники и технологий, творчески подходят к организации и осуществлению образовательного процесса, способны вызвать интерес учащихся к инженерной деятельности и укрепить их намерение выбрать техническую специальность для продолжения получения образования.

6. В результате освоения настоящей учебной программы факультативных занятий учащиеся должны владеть базовыми технологическими компетенциями, развитым технологическим мышлением, основами техноэтики и эстетики, быть знакомыми с современным уровнем технологий и содержанием профессиональной деятельности в производственной сфере для осознанного выбора профессии и готовности осваивать образовательные программы в сфере инженерной деятельности.

Учащиеся, освоившие содержание настоящей учебной программы факультативных занятий, должны:

знать:

базовые понятия в основных инженерных областях;  
основное содержание инженерной деятельности, тенденции изменений в условиях интенсивного технологического развития;

назначение и области эффективного применения современных технологий;  
основы преобразовательной деятельности в различных сферах инженерии;  
историю возникновения и современный уровень развития основных отраслей и технологий промышленности, энергетики, металлургии, авиации, архитектуры и строительства, природопользования и охраны окружающей среды;

нравственные основы взаимодействия человека и технологий, общества и технологий, этические ценности, в рамках которых реализуется инженерная деятельность;

уметь:

использовать предметные знания и умения (по учебным предметам «Информатика», «Физика», «География», «Математика», «Химия», «Биология», «Черчение»), цифровые, интеллектуальные, аддитивные, информационно-коммуникационные технологии для успешного освоения специальностей инженерного профиля;

выбирать и корректно использовать различные способы и средства преобразования материалов, энергии, информации;

корректно и продуктивно использовать инструменты и оборудование при выполнении практических работ и проектов.

корректно и продуктивно использовать инструменты и оборудование при выполнении практических работ и проектов;

рассчитывать экономическую эффективность действий и проекта в целом;  
прогнозировать возможные экологические, технические, этические, социальные, экономические последствия технологической деятельности;

осуществлять конструктивную коммуникацию на основе анализа имеющихся данных и фактов, обоснованных суждений, грамотно выстроенных доказательств;

применять эффективные решения для различных инженерных и смежных с ними задач с опорой на полученные знания и умения;

планировать и осуществлять свою учебную и проектную деятельность, контролировать ее результаты;

анализировать полученные результаты и делать выводы;

публично и аргументированно представлять результаты своей деятельности;

выбирать необходимые методы и средства измерений для решения практических измерительных задач.

Важными ожидаемыми результатами освоения содержания настоящей учебной программы факультативных занятий являются сформированность у учащихся устойчивого интереса к инженерной деятельности, положительной мотивации и осознанной позитивной установки на продолжение образования в направлении овладения профессией инженера.

С целью повышения мотивации к профессиональному выбору и информированности о соответствующих специальностях и профессиях, формирования представлений о содержании деятельности инженеров в различных областях деятельности, ознакомления со структурой учреждений, предприятий, организаций, с условиями и спецификой работы в них в рамках шестого дня (каждую четвертую субботу) запланированы профориентационные мероприятия (посещение промышленных предприятий и сельскохозяйственных организаций, профильных учреждений образования и другие), содержание которых определяется спецификой региональных рынков труда.

## **ГЛАВА 2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Х класс  
Введение (1 час)

Инвариантный компонент (0,5 часа)

Информационный блок

Знакомство с тематикой, целями и задачами факультативных занятий. Спектр инженерных специальностей. Социальная значимость инженерных профессий.

Вариативный компонент (0,5 часа)

Информационный блок

1. Основы экономической жизни общества. Структура национальной экономики. Современный рынок труда и его требования к специалистам.

2. Достижения национальной экономики.

3. Современная техника, ее место в науке и производстве. Основные понятия и определения.

Модуль 1. История развития техники и технологий (2 часа)

Инвариантный компонент (1 час)

Информационный блок

Развитие техники в первобытном обществе. Создание сложных орудий труда в античный период и средневековье. Возникновение и развитие мануфактурного производства. Этапы промышленной революции (1 час).

Вариативный компонент (1 час)

Информационный блок

1. Научно-техническая революция XX века. Обзор индустрии 4.0 (1 час).

2. От вакуумной лампы к полупроводниковым диодам и транзисторам. Миниатюризация радиоэлектронной аппаратуры. Дискретные полупроводниковые приборы. Интегральная микросхема (1 час).

3. История воздухоплавания (1 час).

Экскурсионный блок

4. Посещение музея (на выбор, например, музея истории Белорусского национального технического университета, музей ОАО «Интеграл» – управляющая компания холдинга «Интеграл», музей авиационной техники Минского аэроклуба ДОСААФ имени дважды Героя Советского Союза С.И.Грицевца и других музеев) (1 час).

Практический блок

5. Практическая работа «Великие изобретатели» (1 час).

6. Практическая работа «Герои белорусского неба» (1 час).

Модуль 2. Цифровые и интеллектуальные технологии в инженерии (13 часов)

Инвариантный компонент (9 часов)

Информационный блок

Обзор информационно-коммуникационных технологий в сфере материального производства и инженерной деятельности: компьютерное моделирование и прототипирование, системы автоматического управления, интернет вещей, искусственный интеллект (далее – ИИ), работа с большими данными (далее – BigData), облачные технологии (1 час).

Компьютерное моделирование и прототипирование. Понятие 3D-модели и ее назначение. Обзор программного обеспечения (далее – ПО) для создания чертежей и компьютерных моделей. Основные элементы интерфейса программ для создания компьютерных моделей (на примере САД КОМПАС) (1 час).

Профориентационный блок

Компьютеризированные рабочие места и автоматизация деятельности инженеров: конструктора, технолога, экономиста. Наиболее распространенные системы автоматизированного проектирования (далее – САПР), их назначение, возможности, многообразие (1 час).

ПО для создания и визуализации моделей, САД/САЕ системы – КОМПАС-3D, Blender и другие (1 час).

Практический блок

Комплекс практических работ «Компьютерное моделирование и прототипирование» (5 часов):

1. Основные графические примитивы компьютерных программ для создания чертежей (на примере САД КОМПАС) (1 час).

2. Построение двумерного чертежа (1 час).

3. Создание простейшей трехмерной модели (1 час).

4. Создание модели «Головоломка» (1 час).

5. Подготовка моделей к печати в ПО «Cura» (3 модели разной сложности), оптимизация моделей для печати, задание различной плотности и вариантов поддержки (1 час).

Вариативный компонент (4 часа)

Информационный блок

1. Основы аддитивных технологий: устройство 3D-принтера, технологичность конструкций для послойной печати, применяемые материалы, виды и материал поддержки, задание различной плотности печати, интерфейс ПО (ПО «Cura») и подготовка моделей к печати, запуск на печать (1 час).

Профориентационный блок

2. САПР для разработки технологии, их примеры (1 час).

3. Системы управления предприятием (ERP-системы), примеры. Отраслевые САПР для химической, обувной, швейной промышленности (2 часа).

Экскурсионный блок

4. Посещение (очно или онлайн) компьютерных классов и лабораторий учреждения высшего образования технического профиля. Обзор изучаемого ПО и современных интеллектуальных систем (2 часа).

Практический блок

5. Практическая работа «Разработка и презентация индивидуальных и групповых проектов по 3D-моделированию» (3 часа).

Модуль 3. Инженерные технологии в промышленности (10 часов)

Инвариантный компонент (6 часов)

Информационный блок

Основные отрасли промышленности и производственные технологии в Республике Беларусь и мире (1 час).

Машиностроение. Машиностроение как основа технологического развития всех отраслей промышленности. Автоматизация изготовления и сборки изделий машиностроения (1 час).

Металлургия. Возможности современной металлургии. Современные технологии литейного производства (1 час).

Роль металлов в развитии техники. Использование металлов в машино- и авиастроении. Динамика объемов производства сплавов черных, цветных и редких металлов в мире. Металлургическое производство. Продукция открытого акционерного общества «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» (1 час).

Добывающая промышленность. Маркшейдерское дело и геодезия. Геология. Геоинформационные и беспилотные авиационные комплексы. Открытые горные работы. Подземные горные работы. Инженерная деятельность в разработке полезных ископаемых. Основное оборудование для горных работ (1 час).

Химическая промышленность и ее роль в жизни человека. Предприятия отрасли. Полимеры и биополимеры (1 час).

Профориентационный блок

Оптическая и электронная промышленность. Видеоэкскурсия «Производственный процесс на предприятиях оптической и электронной промышленности. Стадии производства. Профессиональная деятельность инженера-конструктора и инженера-технолога» (1 час).

Вариативный компонент (4 часа)

Информационный блок

1. Машиностроение. Автоматизация и робототехника в промышленности и повседневной жизни (1 час).

2. Современные технологии в авиации (1 час).

3. Применение беспилотных авиационных комплексов и летательных аппаратов в различных отраслях (2 часа).

4. Первые станки-автоматы. Возникновение станков с числовым программным управлением (далее – ЧПУ), их устройство, программирование, организация производственного процесса на их базе. Автоматизированные производственные комплексы. Цех-автомат (1 час).

5. Автоматизированное оборудование в машиностроении, основы программирования станков с ЧПУ (2 часа).

6. Металлургия. Свойства металлов и сплавов: физико-химические, механические, эксплуатационные. Способы упрочнения сплавов черных и цветных металлов. Термическая обработка металлов (1 час).

7. Современное кузнечное и литейное производство. Способы получения поковок, отливок и готовых изделий из сплавов черных и цветных металлов (1 час).

8. Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая отрасль. Виды химических производств. Оборудование и автоматизация. Технические основы обеспечения безопасности химической промышленности (2 часа).

Профориентационный блок

9. Содержание профессиональной деятельности горного инженера, горного инженера-маркшейдера (1 час)

10. Содержание профессиональной деятельности инженера по низкотемпературной технике. Организация работ по проведению монтажа, сервисного обслуживания и ремонта холодильного оборудования (1 час).

11. Содержание профессиональной деятельности инженера по проектированию гидравлики мобильных машин. Организация работ по проведению монтажа, сервисного обслуживания и ремонта гидравлических систем мобильных машин (1 час).

12. Содержание профессиональной деятельности инженера в авиации. Организация работы по техническому обслуживанию и ремонту воздушных судов, двигателей, беспилотных авиационных комплексов. Организация аэропортовой деятельности (1 час).

Экскурсионный блок

13. Посещение (очно или онлайн) производственных цехов высокотехнологичных машиностроительных организаций (2 часа).

14. Посещение (очно или онлайн) предприятий и лабораторий по проектированию и компьютерному моделированию литейных и металлургических процессов (2 часа).

15. Посещение (очно или онлайн) ведущих предприятий минерально-сырьевого сектора (2 часа).

16. Посещение (очно или онлайн) ведущих авиационных организаций (1 час).

17. Видеоэкскурсия «Производственный процесс в организациях станкостроительной отрасли. Стадии производства. Профессиональная деятельность инженера-конструктора и инженера-технолога» (1 час).

Практический блок

18. Практическая работа «Создание простейших моделей ступенчатого вала» (1 час).

19. Практическая работа «Проектирование месторождений полезных ископаемых в геоинформационных системах» (1 час).

20. Практическая работа «Практическая геология. Определение пород и минералов по диагностическим свойствам» (1 час).

21. Практическая работа «Основы технологий производства изделий из полимеров и биополимеров» (2 часа).

22. Практическая работа «Структура металлов и сплавов» (1 час).

23. Практическая работа «Изготовление литейной формы и получение литой заготовки» (1 час).

24. Практическая работа «Получение модельных комплектов с использованием аддитивных технологий и склеивания» (1 час).

25. Практическая работа «Технологии виртуальной реальности в сварочном производстве» (1 час).

26. Практическая работа «Технологии виртуальной реальности при техническом обслуживании воздушных судов» (1 час).

Модуль 4. Инженерные технологии в энергетике (5 часов)

Инвариантный компонент (3 часа)

Информационный блок

Развитие энергетики от первых электростанций до Белорусской атомной электростанции (далее – Белорусская АЭС). Структура энергетического комплекса (1 час).

Экскурсионный блок

Посещение электростанции (очно или онлайн). Знакомство с работой котельного агрегата с использованием компьютерной модели (2 часа).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Производство и распределение электроэнергии. Специфика тепловых электростанций (1 час).

Профориентационный блок

2. Содержание профессиональной деятельности инженера энергетического комплекса. Теплотехника. Обзор оборудования для электро- и теплоэнергетики (1 час).

3. Посещение энергетического факультета учреждения высшего образования, знакомство с оборудованием и условиями обучения студентов (1 час).

Практический блок

4. Практическая работа «Котельные агрегаты. Компьютерная модель» (1 час).

5. Практическая работа «Исследование электрической прочности воздуха в переменном электрическом поле» (1 час).

6. Практическая работа «Сжигание топлива и определение его основных свойств» (1 час).

Модуль 5. Инженерные технологии в транспортной отрасли (5 часов)

Инвариантный компонент (3 часа)

Информационный блок

Транспортные коммуникации. Роль автомобильных дорог и авиасообщения в мировой и национальной экономике. Возникновение и развитие дорог. Автомобильные дороги (1 час).

Автомобилестроение. Общее устройство легкового автомобиля. Назначение автомобильных узлов и агрегатов, расположение их в кузове автомобиля. Автомобили с двигателями внутреннего сгорания и электромобили (1 час).

Экскурсионный блок

Посещение Музея истории дорожного хозяйства Беларуси (1 час).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Водные пути и водный транспорт. Портовые сооружения. Каналы, шлюзы, их устройство и обслуживание. Проектирование и эксплуатация судов. 3D-моделирование в кораблестроении (1 час).

2. Автомобилестроение. Устройство грузового автомобиля. Рама. Расположение агрегатов на раме. Принцип действия бензинового и дизельного двигателей внутреннего сгорания. Принцип действия электродвигателя (1 час).

3. Воздушный транспорт. Воздушное пространство. Авиационные организации. Эксплуатация и обслуживание воздушных судов (1 час).

Экскурсионный блок

4. Посещение организации государственного дорожного хозяйства (1 час).

5. Посещение (очно или в режиме видеурока) действующей авиационной организации (1 час).

Практический блок

6. Практическая работа «Создание модели «Путепровод»» (1 час).

7. Практическая работа «Определение прочностных характеристик материалов: разрушающий и неразрушающий методы (1 час).

8. Практическая работа «Проектирование объектов транспортной инфраструктуры» (1 час).

Модуль 6. Современные технологии в архитектуре (4 часа)

Инвариантный компонент (2 часа)

Информационный блок

Архитектура: зарождение и генезис. Основные исторические этапы развития архитектуры. Определение понятия «архитектура» у разных народов в различные исторические периоды (2 часа).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Объекты (архетипы) архитектуры. Развитие строительных навыков человечества. Роль архитектуры в преобразовании мира (2 часа).

Экскурсионный блок

2. Экскурсия по городу и пригородам: «Архитектура промышленных комплексов» (2 часа).

3. Экскурсия по городу и пригородам: «Ландшафтная архитектура (2 часа).

Практический блок

4. Практическая работа «Архитектурное эскизирование: малая архитектурная форма» (2 часа).

5. Практическая работа «Архитектурное эскизирование: архитектурная деталь» (2 часа).



Модуль 7. Инженерные технологии в строительстве (4 часа)

Инвариантный компонент (2 часа)

Информационный блок

Общие сведения о строительном комплексе. Производство строительных материалов и строительных конструкций. Строительные организации. (1 час).

Профориентационный блок

Участники строительного процесса. Содержание профессиональной деятельности инженеров в строительстве (1 час).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Рациональная область применения конструкционных материалов. Влияние эксплуатации на жизненный цикл зданий и сооружений (2 часа).

Практический блок

2. Практическая работа «Разработка компьютерного проекта «Сетевой график строительства одноэтажного жилого здания» (2 часа).

3. Практическая работа «Современные строительные материалы» (2 часа).

Модуль 8. Инженерная экономика (6 часов)

Инвариантный компонент (4 часа)

Информационный блок

Стартап-культура: как генерировать бизнес-идеи. Командообразование. Механизмы поддержки стартапов: инкубаторы и акселераторы (1 час).

Управление ресурсами. Управление качеством. Управление рисками (1 час).

Практический блок

Комплекс практических работ (2 часа):

Практическая работа «Поиск бизнес-идей: «Мозговой штурм», «Метод Киплинга» (1 час).

Практическая работа «Оптимизация бизнес-идей: «Матрица свойства/потребности», «Ловушки» (1 час).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Значение теории решения изобретательских задач для современного общества. Важные аспекты развития творческой личности. Методы сильного мышления и работы над собой (1 час).

2. Алгоритмы решения изобретательских задач. Техники креативного мышления: как решать задачи, которых еще нет (1 час).

Практический блок

3. Практическая работа «Технические системы. Технические противоречия» (1 час).

4. Практическая работа «Наука изобретать. Искусство изобретать» (1 час).

5. Практическая работа «Алгоритм таланта. Удивительный мир задач» (1 час).

Вариативные модули (по выбору) (20 часов)

(выбор модулей и количества часов на их изучение осуществляется по усмотрению учреждения образования)

Модуль. Предметно-практическая лаборатория

Математика

Практический блок

Практическая работа «Использование производной при решении задач на максимум / минимум» (2 часа).

Практическая работа «Геометрические задачи с практическим содержанием» (2 часа).

Практическая работа «Кривые 2-го порядка (окружность, эллипс, парабола, гипербола). Уравнения кривых в полярных системах координат при проектировании транспортных коммуникаций» (2 часа).

Физика

Практический блок

Практическая работа «Коэффициент полезного действия тепловых двигателей. Двигатель Стирлинга» (1 час).

Практическая работа «Конденсаторы и способы управления их емкостью. Емкостные сенсоры» (1 час).

Практическая работа «Режимы работы электрических цепей. Коэффициент полезного действия источника тока» (1 час).

Практическая работа «Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Управление траекторией движения в ускорителях заряженных частиц» (2 часа).

Практическая работа «Электролиз в современном производстве» (1 час).

Химия

Практический блок

Практическая работа «Полимерные материалы в современной технике: классификация, состав, особенности строения» (2 часа).

Практическая работа «Производство полимеров» (1 час).

Практическая работа «Проблема загрязнения окружающей среды полимерными отходами» (1 час).

Практическая работа «Распознавание полимеров» (2 часа).

Черчение

Практический блок

Практическая работа «Построение третьей проекции модели (или предмета) по двум заданным проекциям» (2 часа).

Практическая работа «Построение трех проекций модели по заданным координатам» (2 часа).

Практическая работа «Выполнение чертежа детали (или модели, предмета) в трех проекциях» (2 часа).

#### Модуль. Техника для сельского хозяйства

Информационный блок

Мобильные машины сельскохозяйственного назначения. Навесное оборудование для сельскохозяйственных машин. Основное технологическое оборудование для растениеводства, животноводства и связанных секторов пищевой промышленности (1 час).

Электропривод и электрические машины. Как работает электродвигатель. Автоматизированный электропривод производственных механизмов и транспорта (1 час).

Экскурсионный блок

Видеоурок. Предприятия сельскохозяйственного машиностроения (1 час).

Экскурсия на предприятие машиностроительной отрасли (2 часа).

Практический блок

Практическая работа «Знакомство с современными электроприводами» (1 час).

#### Модуль. Спортивная инженерия

Информационный блок

Обзор современных спортивных технологий подготовки спортсменов: методики и измерительные средства для оценки текущей работоспособности спортсменов, аппаратно-программные комплексы пространственного компьютерного моделирования спортивных движений, системы поддержки принятия решений (1 час).

Практический блок

Практическая работа «Знакомство с ПО для компьютерного анализа спортивных движений (Kinovea, Dartfish)» (1 час).

Модуль. Промышленный дизайн

Информационный блок

Упаковочное производство. Современные виды упаковки. Оборудование для производства различных видов упаковки. Автоматизация производства. Полиграфические технологии в упаковке. Маркировка упаковки, знаки, символы (1 час).

Профориентационный блок

Дизайнерские решения при проектировании упаковочной продукции. Разработка фирменного стиля средствами трехмерной графики (1 час).

Экскурсионный блок

Посещение (очно или в режиме видеоурока) организации, изготавливающей упаковку, знакомство с профессиональной деятельностью конструкторов-дизайнеров (2 часа).

Практический блок

Практическая работа «Конструирование упаковки. Разработка знака-индекса, логотипа, элементов фирменного стиля для упаковочной продукции» (1 час).

Модуль. Материалы и компоненты электронной техники

Информационный блок

Знакомство с основными материалами, используемыми в микро- и нанoeлектронике. Особенности материалов, используемых в микроэлектронике (2 часа).

Основные свойства полупроводников и способы их получения. Основные полупроводниковые материалы в микроэлектронике (2 часа).

Магнитные материалы и их назначение. Основные свойства диэлектриков. Основные типы диэлектрических материалов и их использование в электронной технике. Основные свойства проводников (2 часа).

Экскурсионный блок

Посещение лаборатории «Гибридная технология интегральных микросхем» (1 час).

Практический блок

Комплекс практических работ по изучению свойств материалов и компонентов электронной техники (3 часа).

Модуль. Радиотехнические цепи и сигналы

Информационный блок

Принципы передачи и приема радиосигналов. Сигналы и их типы. Временное и частотное представление сигнала. Измерения параметров сигналов. Информация. Передача информации электромагнитными волнами (2 часа).

Математические модели и основные характеристики модулированных и детерминированных сигналов. Геометрические методы в теории сигналов. Векторное представление сигналов (2 часа).

Понятие спектра сигнала, необходимость его использования. Гармонический спектральный анализ и синтез периодических сигналов (4 часа).

Практический блок

Комплекс практических работ (4 часа):

Практическая работа «Исследование спектральных характеристик периодических и непериодических сигналов» (2 часа).

Практическая работа «Исследование спектральных характеристик модулированных сигналов» (2 часа).

### Модуль. Радиоматериалы и радиокомпоненты

#### Информационный блок

Общие понятия о пассивных радиокомпонентах. Конденсаторы. Классификация. Типовые обозначения. Основные характеристики и эквивалентные схемы. Резисторы. Классификация. Типовые обозначения. Основные характеристики и эквивалентные схемы. Катушки индуктивности. Классификация и типовые обозначения. Основные характеристики и эквивалентные схемы (2 часа).

#### Практический блок

Комплекс практических работ (4 часа):

Практическая работа «Изучение лабораторного универсального стенда IDL-800» (2 часа).

Практическая работа «Определение частоты и амплитуды сигнала с помощью осциллографа, математическая обработка результатов эксперимента, графическое представление результатов наблюдений» (2 часа).

### Модуль. Инженерные технологии в сфере общественного питания

#### Информационный блок

Производство продукции и организация общественного питания (2 часа).

#### Профориентационный блок

Посещение (очно или онлайн) учебно-научно-производственной лаборатории «Технологии общественного питания» (2 часа).

#### Экскурсионный блок

Посещение (очно или онлайн) действующих объектов общественного питания (2 часа).

#### Практический блок

Практическая работа «Получение и свойства натуральных пищевых красителей» (2 часа).

Практическая работа «Определение содержания витамина С в продуктах питания» (2 часа).

### Модуль. Авиационная инженерия

#### Информационный блок

Основы аэродинамики и динамики полета. Этапы полета самолета, пилотирование воздушного судна (3 часа).

Конструкция воздушного судна: основные элементы и их классификация (2 часа).

Конструкция силовых установок воздушного судна и их классификация (1 час).

Основные материалы, используемые в авиастроении, их особенности и свойства (1 час).

Логистика воздушных перевозок (1 час).

#### Экскурсионный блок

Посещение (очно или в режиме видеурока) учебных научно-технических объектов учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации» (2 часа).

#### Практический блок

Практическая работа «Предполетная подготовка воздушного судна» (3 часа).

### Заключительное занятие (2 часа)

Подготовка и представление результатов освоения содержания настоящей учебной программы факультативных занятий (портфолио, презентация проектов и другое).

XI класс

Модуль 1. История развития техники и технологий (3 часа)

Инвариантный компонент (1 час)

Информационный блок

Предпосылки перехода к четвертой промышленной революции. Четвертая промышленная революция, стратегия «Индустрия 4.0.». Смарт-технологии. «Умное» производство. Актуальные проблемы в области техники и технологии XXI века. Системная инженерия (1 час).

Вариативный компонент (2 часа)

Профориентационный блок

1. Будущее инженерной профессии. Востребованные инженерные специальности ближайшего будущего. Компетенции современного инженера. Техноэтика и техноэстетика (2 часа).

2. Белорусская история освоения космоса (1 час).

Практический блок

3. Создание и презентация групповых и индивидуальных проектов по темам (на выбор): «Инженер будущего»; «Перспективные направления развития белорусской инженерии»; «Этический кодекс инженера» (2 часа).

Модуль 2. Цифровые и интеллектуальные технологии в инженерии (7 часов)

Инвариантный компонент (5 часов)

Информационный блок

Интеллектуальные производственные системы и технологии: автоматизация и роботизация, интернет вещей (IoT). Основы программно-управляемого электропривода (1 час).

Работа с BigData, ИИ, использование суперкомпьютеров, применение облачных технологий. Дополненная и виртуальная реальность (AR/VR), цифровые двойники (1 час).

Практический блок

Практическая работа «Виртуальные испытания простейшей 3D-модели». Исследование прочности и жесткости простейшей модели под действием точечной нагрузки, визуализация результатов (1 час).

Практическая работа «Разработка простейшего роботизированного устройства» (виртуально либо на основе обучающего набора). Анализ элементной базы. Датчики, сенсоры и исполнительные механизмы, их устройство. Выбор функций, реализуемых роботом. Разработка схемы системы управления робота (1 час).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Специальные модули CAE-систем для компьютерного анализа объектов. Виртуальные испытания, их виды (исследование прочности, жесткости, вибраций, другие виды испытаний), используемое ПО. Общие сведения о МКЭ-анализе (метод конечных элементов) (1 час).

2. Программные комплексы проектирования интегральных микросхем, их состав, назначение и основные характеристики. Методы и средства моделирования технологических операций изготовления интегральных микросхем. Средства моделирования характеристик приборных структур и аналоговых, цифровых схмотехнических решений, заказных и полужаказных интегральных микросхем (2 часа).

Практический блок

3. Практическая работа «Устройство управляющего контроллера, структура управляющей программы и ее разработка» (1 час).

4. Практическая работа «Моделирование и анализ электроприводного транспортного средства типа «мотор-колесо» (сигвей)» (1 час).

5. Практическая работа «Технологии дополненной реальности в производстве мебели» (2 часа).

### Модуль 3. Инженерные технологии в промышленности (16 часов)

Инвариантный компонент (9 часов)

Информационный блок

Машиностроение. Структура машиностроительного предприятия, организация функционирования производства на основе концепции индустрии 4.0. Примеры внедряемых цифровых технологий (1 час).

Приборостроение. Определение понятий «нанотехнологии» и «наноматериалы». Процессы самосборки и самоорганизации. Зондовые технологии и атомная инженерия. Нанолитография. Основные методы получения наноматериалов. Углеродные наноструктуры, их получение и свойства (2 часа).

Современная биомедицинская техника, ее моделирование и производство. Импланты. Эндопротезы (1 час).

Металлургия. Сварочное производство. Способы сварки. Автоматизация сварки. Экология промышленного производства. Безотходные и «зеленые» технологии в металлургии. Как экономить металл при получении деталей для машиностроения (1 час).

Химическая промышленность. Виды химических производств, оборудование и автоматизация. Технические основы обеспечения безопасности химической промышленности (1 час).

Легкая промышленность. Оборудование и автоматизация различных видов легкой промышленности. Автоматизация конструкторских, технологических и дизайнерских решений (1 час).

Экскурсионный блок

Посещение (очно или в режиме видеоурока) автоматизированного и роботизированного производства, знакомство с профессиональной деятельностью конструкторов, технологов и производственным процессом (2 часа).

Вариативный компонент (5 часов)

Информационный блок

1. Машиностроение. Роль цифрового двойника в современном машиностроении (1 час).

2. Приборостроение. Использование оптических и электрических методов обработки, хранения и передачи информации. Основные приборы оптоэлектроники: свето-, фотодиоды, солнечные элементы, полупроводниковые лазеры, волоконно-оптические линии связи. Физические явления и принципы, лежащие в основе работы приборов оптоэлектроники (2 часа).

3. Материалы для приборов оптоэлектроники. Основы технологии их изготовления. Основные параметры и характеристики. Области их применения. Классификация и развитие устройств отображения информации (2 часа).

4. Перспективные материалы интегральных схем с наноразмерными технологическими допусками, их элементы. Трехмерные транзисторы. Приборы на квантовых эффектах (2 часа).

5. Радиоэлектроника. Конструкторская и технологическая подготовка производства на основе цифровых технологий. Принципиальная (кинематическая) схема и базовые расчеты, сборочные чертежи и детализация, технологические процессы изготовления деталей и сборки механизмов и машин (1 час).

6. Мехатронные системы в машиностроении. Функции мехатронных устройств. Устройство мехатронных модулей в автоматизированном оборудовании. Основные компоненты мехатронного модуля. Сенсорная, функциональная и исполнительная часть мехатронного модуля (2 часа).

7. Автотроника и авионика. Электронные системы управления транспортных средств. Автономные, связанные и распределенные системы управления. Системы управления с повышенной надежностью и отказоустойчивостью (2 часа).

8. Металлургия. Сплавы черных металлов: чугуны, стали. Требования к свойствам и степени чистоты сплавов. Управление свойствами в процессе кристаллизации расплава. Способы модифицирования сплавов. Экологические проблемы модифицирования (1 час).

9. Возможности литейного производства и его суть. Возможности процессов обработки металлов давлением (1 час).

10. Роботизация, компьютерные и цифровые технологии в литейном, кузнечном, сварочном производстве (1 час).

11. Спектр упрочняющих технологий: нанесение покрытий, лазерная обработка (1 час).

12. Обзор основных компонентов компрессионных и абсорбционных холодильных машин, назначение узлов. Применение холодильных технологий для регулирования микроклимата (1 час).

Профориентационный блок

13. Исследование структуры металлов и сплавов с использованием оптической и электронной микроскопии (1 час).

14. Компьютеризированные рабочие места и автоматизация деятельности инженера-электроника и инженера-электромеханика: Altium Designer, MultiSim (1 час).

15. Особенности работы специалистов по низкотемпературной технике на ледовых аренах. Организация и поддержание микроклимата в физкультурно-оздоровительных сооружениях, в промышленном комплексе и бытовых помещениях.(1 час).

Экскурсионный блок

16. Посещение научно-производственного предприятия, знакомство с светодиодными и оптоэлектронными технологиями (2 часа).

17. Посещение (очно или в режиме видеурока) предприятия (организации) по проектированию и производству беспилотных авиационных комплексов и летательных аппаратов (2 часа).

Практический блок

18. Комплекс практических работ «Компьютерное моделирование технологического оборудования в машиностроении» (4 часа):

Практическая работа «Основы работы со сборками в «КОМПАС». «Создание трехмерной модели узла» (2 часа).

Практическая работа «Анимация собранной трехмерной модели» (2 часа).

19. Практическая работа «Подготовка модели и лазерная резка изделия» (1 час).

20. Практическая работа «Проектирование электронного блока устройства» (1 час).

21. Практическая работа «Фотометрические параметры светодиодов» (4 часа).

22. Практическая работа «Формирование гидрофобных покрытий» (2 часа).

23. Практическая работа «Компьютерное моделирование процесса заполнения литейной формы и образования усадки» (2 часа).

24. Практическая работа «Компьютерное моделирование процесса заполнения литейной формы и образования усадки» (2 часа).

25. Практическая работа «Компьютерное моделирование деталей воздушного судна в САПР «КОМПАС» (3 часа).

#### Модуль 4. Инженерные технологии в энергетике (5 часов)

Инвариантный компонент (3 часа)

Информационный блок

Виды и классификация электростанций. Обеспечение безопасности Белорусской АЭС. Состояние, задачи и перспективы развития энергетики (1 час).

Практический блок

Практическая работа «Изучение конструкции и принципа действия электротехнического оборудования (генератор, трансформатор, электродвигатель, коммутационные аппараты)» (2 часа).

Вариативный компонент (2 часа на выбор)

Информационный блок

1. Схема основной электрической сети (1 час).

Профориентационный блок

2. Проектирование, ремонт и наладка источников энергии, тепловых и электрических сетей (1 час).

3. Видеоурок «Система электросветосигнального оборудования взлетно-посадочной полосы аэродрома» (1 час).

Экскурсионный блок

4. Посещение организации энергетической отрасли. Ознакомление со спецификой работы (2 часа).

Практический блок

5. Практическая работа «Испытание изоляции электрооборудования высоким напряжением» (2 часа).

6. Практическая работа «Тренажер атомной электростанции» (2 часа).

Модуль 5. Инженерные технологии в транспортной отрасли (6 часов).

Инвариантный компонент (4 часа)

Информационный блок

Инженерное обеспечение при строительстве транспортных коммуникаций. Привязка объектов к местности. Как и почему карты искажают размеры. Масштабы карт. Рельеф на современных топографических картах. Балтийская система высот (1 час).

Устройство и принцип действия электронной системы управления автомобиля. Элементы системы (датчики, электронный блок управления, исполнительные элементы (1 час).

Практический блок

Практическая работа «Транспортная инфраструктура. Возможные траектории движения на примыкании и пересечении автомобильных дорог в одном уровне (2 часа).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Диагностика и оценка транспортно-эксплуатационного состояния дорог (1 час).

2. Структура воздушного пространства (1 час).

3. Пассажирский и грузовой воздушный транспорт (1 час).

4. Энергоэффективность транспортных средств. Топливная экономичность (2 часа).

Экскурсионный блок

5. Посещение РДУП «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ». Содержание профессиональной деятельности инженера-строителя, инженера-геодезиста, инженера-механика (2 часа).

Практический блок

6. Практическая работа «Инженерно-геодезические измерения. Приборы и оборудование (2 часа).

7. Практическая работа «Создание цифровых моделей местности инженерного назначения на основе данных открытых геоинформационных источников (1 час).

8. Практическая работа «Измерение неприступных расстояний. Измерение высоты сооружения» (1 час).

9. Практическая работа «Оценка транспортно-эксплуатационных параметров автомобильной дороги» (1 час).

Модуль 6. Инженерные технологии в строительстве (4 часа)

Инвариантный компонент (2 часа)

Информационный блок

Цифровизация в строительстве. Жизненный цикл сооружения. BIM-технологии. Системы жизнеобеспечения зданий. Основы построения 3D-моделей (2 часа).



Вариативный компонент (2 часа)

Практический блок

1. Практическая работа «Построение 3D-модели одноэтажного жилого здания» (2 часа).
2. Практическая работа «Нагрузки на здания и сооружения» (2 часа).
3. Практическая работа «Основы технологии производства керамических материалов и изделий» (2 часа).

#### Модуль 7. Современные технологии в архитектуре (5 часов)

Инвариантный компонент (3 часа)

Информационный блок

Процесс архитектурного проектирования: основные этапы. Изучение местности и природных факторов. Традиции в архитектуре и градостроительстве региона (1 час).

Практический блок

Практическая работа «Архитектурный проект с использованием современных технологий «Мудборд-интерьера»» (2 часа).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Методика визуализации в архитектурном проектировании. Развитие архитектуры (2 часа).

Практический блок

2. Практическая работа «Архитектурный проект с использованием современных технологий «Коллаж праздничного пространства»» (2 часа).

#### Модуль 8. Технологии природопользования, охраны природных ресурсов, биотехнологии (3 часа)

Инвариантный компонент (1 час)

Информационный блок

Промышленная экология и охрана окружающей среды. Информационные технологии в природоохранной деятельности. Антропогенно нарушенные экосистемы и их восстановление с помощью биотехнологий. Принципы рационального природопользования (1 час).

Вариативный компонент (2 часа)

Профорientационный блок

1. Инженерная экология. Экологическая безопасность промышленного предприятия. Задачи и содержание профессиональной деятельности инженера-эколога по обеспечению качества окружающей среды (1 час).

2. Экологические решения в авиации (1 час).

Экскурсионный блок

3. Знакомство (очно или онлайн) с назначением и особенностями функционирования очистных сооружений промышленного предприятия. Особенности работы инженера-эколога (2 часа).

4. Экскурсия «Ознакомление с процессами водоподготовки и водоочистки» (2 часа).

Практический блок

5. Практическая работа «Компьютерная имитационная игра «Управление состоянием водной системы» (1 час).

6. Практическая работа «Санитарно-гигиенический анализ природных и сточных вод» (1 час).

Модуль 9. Инженерная экономика (5 часов)

Инвариантный компонент (3 часа)

Информационный блок

Перспективы развития предприятий через реализацию инновационных проектов: от «бизнес-идей» к «бизнес-плану» (1 час).

Практический блок

Комплекс практических работ (2 часа):

Практическая работа «Разработка бизнес-плана проекта. Определение затрат на производство нового вида продукции» (1 час).

Практическая работа «Расчет доходов и показателей эффективности бизнес-плана» (1 час).

Вариативный компонент (2 часа)

Информационный блок

1. Основы функционально-стоимостного анализа. Представление объекта (продукт, услуги) в виде функционального блока. Выявление основных, вспомогательных и ненужных функций в объекте анализа (1 час).

2. Основные различия между функционально-стоимостным анализом и традиционными методами учета затрат. Теории стоимости продукта. Связь между функцией и стоимостью (1 час).

3. Показатели эффективности бизнес-проекта. Основы деловой коммуникации (1 час).

Практический блок

4. Комплекс практических работ (2 часа):

Практическая работа «Деловая игра поискового характера» (1 час).

Практическая работа «Деловая игра направленного характера (практический бизнес-кейс)» (1 час).

Вариативные модули (по выбору) (16 часов)

(выбор модулей и количества часов на их изучение осуществляется по усмотрению учреждения образования)

Модуль. Предметно-практическая лаборатория

Математика

Практический блок

Практическая работа «Задачи с экономическим содержанием. Элементы финансовой математики (вклады и кредиты, начисление процентов, расчет сроков. Решение задач линейного программирования (максимальная прибыль, минимальные издержки)» (2 часа).

Практическая работа «Применение степенной, показательной и логарифмической функций при моделировании физических, химических и экологических процессов» (2 часа).

Практическая работа «Комбинация многогранников, многогранников и тел вращения в инженерии и архитектуре. Решение задач на комбинацию пространственных геометрических тел» (2 часа).

Физика

Практический блок

Практическая работа «Использование звуковых волн в измерениях и диагностике. Эффект Доплера» (1 час).

Практическая работа «Изучение явления резонанса в колебательном контуре» (1 час).

Практическая работа «Спектральный анализ в современной промышленности» (1 час).

Практическая работа «Практическое применение лазеров в промышленности и телекоммуникации» (1 час).

Практическая работа «Современные ядерные и радиационные технологии» (2 часа).

Химия

Практический блок

Практическая работа «Производство важнейших неорганических веществ: серная кислота, азотная кислота, аммиак, минеральные удобрения» (1 час).

Практическая работа «Изучение образцов минеральных удобрений» (2 часа).

Практическая работа «Основные принципы «Зеленой химии»» (1 час).

Практическая работа «Оценка экологичности химических производств с позиции «Зеленой химии»» (2 часа).

Черчение

Практический блок

Практическая работа «Построение пересечения двух многогранников трех проекциях» (2 часа).

Практическая работа «Построение разрезов многогранников» (4 часа).

#### Модуль. Техника для сельского хозяйства

Информационный блок

Автоматизация и роботизация в сельском хозяйстве. Использование беспилотных мобильных устройств. Системы точного земледелия (1 час).

Практический блок

Практическая работа «Разработка действующего макета системы контроля климата (с использованием робототехнического оборудования)» (1 час).

Практическая работа «Создание компьютерной модели, задание геометрии и анализ работы почворежущего инструмента» (1 час).

Практическая работа «Анализ условий нагруженности сборочных единиц мобильной техники на основе метода конечных элементов» (1 час).

#### Модуль. Радиопередающие и радиоприемные устройства

Информационный блок

Назначение и классификация радиопередающих устройств (далее – РПДУ). Типовые структуры РПДУ. Основные характеристики РПДУ (6 часов).

Экскурсионный блок

Посещение предприятия радиотехнического профиля (2 часа).

#### Модуль. Радиотехнические системы

Информационный блок

Диапазоны радиоволн и области их применения. Системы радиосвязи и радиовещания (2 часа).

Радиолокационные и радионавигационные системы. Телевизионные системы (2 часа).

Радиотелеметрические системы. Системы радиотелеуправления (2 часа).

#### Модуль. Основы моделирования радиоэлектронных систем

Информационный блок

Математическое моделирование радиоэлектронных устройств и систем. Пакеты программ моделирования и проектирования радиоэлектронных средств. Программная реализация функций. Технология виртуальных радиоэлектронных средств (6 часов).

Практический блок  
Практическое занятие «Изучение электронной системы моделирования MATLAB»  
(2 часа).

Модуль. «Практическая электроника»

Информационный блок  
Обзор современной элементной базы электроники (1 час).  
Практический блок  
Чтение и разбор принципиальных электрических схем (2 часа).  
Использование САПР для разработки электронных устройств (2 часа).  
Диагностика и устранение простых неполадок в электронной аппаратуре (1 час).  
Диагностики электронных устройств с применением современного цифрового измерительного оборудования (1 час).

Модуль. Инженерные технологии в сфере общественного питания

Информационный блок  
Необычные профессии в индустрии гостеприимства (1 час).  
Экскурсионный блок  
Посещение (очно или онлайн) действующих объектов общественного питания  
(2 часа).  
Практический блок  
Практическая работа «Идентификация и фальсификация сырья и продовольственных  
продуктов» (2 часа).

Модуль. Авиационная инженерия

Информационный блок  
Беспилотные авиационные комплексы и летательные аппараты: задание параметров  
полета (1 час).  
Средства наземного обслуживания воздушного судна и системы радиотехнического  
обеспечения полетов (1 час).  
Системы спутниковой навигации и локации в авиации (1 час).  
Авионика воздушного судна (1 час).  
Практический блок  
Практическая работа: «Разработка схемы взлетно-посадочной полосы» (2 часа).

Заключительное занятие (2 часа)

Подготовка и представление результатов освоения содержания настоящей учебной  
программы факультативных занятий (портфолио, презентация проектов и другое  
представление результатов).