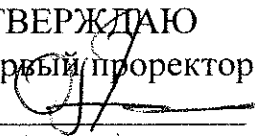


Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого

 О.Д. Асенчик

(подпись)

07.12.2016

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-34-361уч.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по  
направлениям)»

1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка  
(металлургия)»

1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов»

2016

Учебная программа составлена на основе:  
образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2013 Высшее образование.  
Первая ступень. Специальность 1-42 01 01 «Металлургическое производство  
и материалобработка (по направлениям)»;  
учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01  
«Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)»  
№ I 42-1-16/уч. от 17.09.2013.  
типовой учебной программы № ТД-I.1127/тип. от 02.05.2014

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

А.В. Ткаченко, старший преподаватель кафедры «Металлургия и литейное  
производство» учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Ю.М.Смолкин, заместитель главного инженера ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ  
ЛИТЕЙНЫЙ ЗАВОД «ЦЕНТРОЛИТ»».

Д.Г.Кроль, декан заочного факультета учреждения образования «Гомельский  
государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.ф-м.н.,  
доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Металлургия и литейное производство» учреждения образования  
«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 21 от 22.11.2016 г.)

Научно-методическим Советом механико-технологического факультета  
учреждения образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 11 от 05.12.2016 г.)

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский  
государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 2 от 06.12.2016г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Автоматизация технологических процессов» является одной из важных дисциплин при подготовке инженеров литейного профиля.

Учебная программа «Автоматизация технологических процессов» подготовлена в соответствии со следующими нормативными документами первой степени высшего образования специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)»: ОСВО 1-42 01 01-2013, утвержденный и введенный в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 г. № 88; учебный план: № I 42-1-16/уч. от 17.09.2013.

### Цели и задачи учебной дисциплины

Цель – изучить основы автоматизации производственных процессов, классификацию средств автоматизации, системы автоматического регулирования и управления. Научить студентов принципам, методам и точности измерений в объеме достаточном для самостоятельной работы с измерительными приборами, выбору контрольно-измерительной аппаратуры в процессе синтеза систем автоматического регулирования. Рассмотреть автоматизацию основных узлов металлургических агрегатов, автоматические линии и системы в металлургическом производстве. Привить студентам навыки проектирования систем автоматизации процессов в металлургическом производстве.

Задачи – подготовка инженеров владеющих основами проектирования систем контроля и автоматического управления технологическими процессами металлургического производства.

Место учебной дисциплины – дисциплина «Автоматизация технологических процессов» занимает важное место в системе подготовке специалиста с высшим образованием.

### Требования к освоению учебной дисциплины.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

*знать:*

- устройство и принцип работы основных контрольно-измерительных приборов технологических процессов;
- методы дистанционной передачи показаний;
- методы построения систем автоматического регулирования и управления процессами обработки материалов;

*уметь:*

- решать вопросы автоматизации процессов обработки материалов;
- делать обоснованный выбор необходимого оборудования для проведения контрольных измерений;
- решать вопросы, связанные с выбором лучшей технологии производства с учетом внедрения малоотходных и безотходных энерго- и ресурсосберегающих технологий.

*владеть:*

- навыками обработки результатов измерений;
- навыками построения схем автоматизации отдельных технологических процессов металлургического производства
- информацией о современных принципах автоматизации технологических процессов на металлургическом производстве

Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист должен:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста

Специалист должен:

- обладать качествами гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- владеть навыками здоровьесбережения;
- быть способным к критике и самокритике;
- уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста

Специалист должен быть способен:

в производственно-технологической деятельности:

- разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов, в составе групп специалистов;
- анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий;
- быть готовым к изменению вид и характера своей профессиональной деятельности, к работе над комплексными проектами;

в проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности:

- составлять техническое задание на проектируемое технологическое оборудование или разрабатываемый технологический процесс с учетом

результатов научно-исследовательских работ, планировать и проводить исследования по повышению качества сплавов черных и цветных металлов;

- работать с научной литературой, словарями, справочными материалами, рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, технологий, их обработки, обеспечивающей необходимые показатели свойств;

- осуществлять рационализаторскую или изобретательскую деятельность, в составе коллектива специалистов или самостоятельно

в организационно-управленческой деятельности:

- организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей;

- взаимодействовать со специалистами смежных профессий;

- анализировать и оценивать собранные данные;

- вести переговоры с другими заинтересованными участниками;

- пользоваться глобальными информационными ресурсами;

- владеть современными средствами телекоммуникаций;

- налаживать контроль основных параметров технологических процессов плавки и разливки сплавов черных и цветных металлов.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Автоматизация технологических процессов», в соответствии с учебным планом по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» составляет – 130 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3,5 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Курс	5
Семестр	9
Лекции (часов)	32
Практические занятия (часов)	16
Всего аудиторных часов	48

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен, семестр	9
------------------	---

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основы автоматизации производственных процессов.

Тема 1.1. Технологические процессы и степень их автоматизации. Основы теории управления и регулирования.

Категории технологических процессов. Степень оснащённости производственных процессов средствами автоматизации. Подсистемы, входящие в общую автоматизированную систему объектов управления. Виды управления производственными процессами.

Тема 1.2. Автоматические регуляторы. Объект управления и его свойства.

Понятие ручного, полуавтоматического и автоматического управления. Обратная связь. Виды обратной связи. Регуляторы прямого действия. Регуляторы непрямого действия. Виды регулирующего воздействия. Закон регулирования. Систематизация объектов управления. Понятие объекта регулирования.

Раздел 2. Элементы автоматики.

Тема 2.1. Первичные преобразователи. Усилители. Исполнительные механизмы.

Преобразователи давления жидкостей и газов в перемещение. Преобразователи расхода жидкостей и газов в давление. Преобразователи температуры в перемещение. Преобразователи перемещения в электрический сигнал. Коэффициент усиления. Инерционность усилителя. Магнитные усилители. Гидравлические усилители. Электромагнитные усилители. Двухпозиционные и многопозиционные исполнительные механизмы.

Тема 2.2. Регулирующие органы. Вспомогательные элементы. Измерительные приборы.

Понятие регулирующего органа. Способы управления регулирующими органами. Регулирующие органы для жидких и газообразных сред. Понятие вспомогательного элемента. Основные виды вспомогательных элементов. Основные функции вспомогательных элементов. Понятие об измерительном приборе. Главный элемент измерительного прибора. Классификация измерительных приборов.

Раздел 3. Измерение и контроль параметров технологических процессов.

Тема 3.1. Принципы, методы и точность измерений. Измерение температуры.

Классификация величин, измеряемых в системах автоматики. Понятие измерения. Прямые и косвенные измерения. Основные методы измерений. Активный и пассивный контроль параметров. Понятие точности измерения. Погрешность измерения. Основное определение температуры. Приборы на основе преобразователей с механическими выходными сигналами. Термометры на основе преобразователей с электрическими выходными сигналами. Бесконтактные приборы.

Тема 3.2. Измерение давления и разности давлений. Измерение расхода и количества жидких, газообразных и сыпучих материалов.

Понятие давления. Виды давления. Единицы измерения давления. Классификация приборов для измерения давления. Жидкостные приборы. Пружинные приборы. Приборы для измерения перепада давления. Понятие о расходе. Понятие о количестве вещества. Расходомеры жидкостей и газов. Измерение расхода и количества сыпучих материалов.

Тема 3.3. Контроль уровня жидких и сыпучих материалов.

Классификация устройств для контроля уровня. Механические приборы. Электрокондуктометрические, емкостные и тепловые приборы. Гидростатические уровнемеры. Уровнемеры и сигнализаторы излучения.

Тема 3.4. Автоматический контроль загрязнения воздуха, промышленных газов и сточных вод.

Классификация методов непрерывного измерения макроконцентрации пыли в газообразных средах. Методы определения концентрации пыли в газообразных средах. Приемы и методы организации отбора пробы запыленной среды из газового потока. Классификация методов автоматического контроля микропримесей в сточных водах.

Раздел 4. Системы управления объектами металлургического производства.

Тема 4.1. Общие сведения об аппаратах систем управления. Программное управление на основе вычислительной техники. Управление приводами.

Классификация систем автоматического управления. Основные задачи систем управления. Основные аппараты систем управления. Контактные и бесконтактные системы автоматического управления. Понятие о программируемом контроллере. Аналого-цифровые преобразователи. Разрядность микропроцессоров. Запоминающее устройство. Классификация запоминающих устройств. Устройства ввода-вывода информации. Программирующее устройство. Исполнительные механизмы литейных машин.

Раздел 5. Проектирование систем автоматизации металлургических процессов.

Тема 5.1. Стадии проектирования систем автоматизации. Автоматизация процессов подготовки шихтовых материалов.

Управление и контроль процессом составления шихты и подачи сыпучих материалов в агрегат. Контроль качества и уровня материалов. Элементы и автоматизация оборудования для дозирования сыпучих материалов. Автоматизация измерения веса сыпучих материалов на транспортере и весовой тележке. Управление дозированием шихтовых материалов при формировании шихты из нескольких материалов.

Тема 5.2. Автоматизация процессов плавки металла.

Задачи автоматической системы управления в основные технологические периоды (межплавочный простой, расплавление или плавление шихты, окислительный период, восстановительный период).

Автоматизация контроля температуры жидкого металла. Методы измерения температуры огнеупорной футеровки (непрерывный, косвенный). Управление электрическим режимом плавки металла. Управление температурным режимом плавки металла. Принципиальная схема управления электрическим режимом плавки металла. Функциональная схема контроля и регулирования процесса выплавки стали в ДСП.

Тема 5.3. Оборудование и автоматизация процессов непрерывной разливки металла.

Элементы управления гидравлическим режимом работы МНЛЗ. Основы управления тепловым режимом кристаллизатора. Контроль и управление энерго-силовым режимом работы МНЛЗ. Контроль уровня металла в промежуточном ковше. Автоматическое поддержание уровня металла в кристаллизаторе. Автоматическое управление усилием вытягивания слитка. Регулирование скоростью разливки. Автоматизация процесса резки непрерывнолитой заготовки на мерные слитки. Оборудование для управления и контроля тепловым режимом вторичного охлаждения.

Тема 5.4. Автоматизация процессов внепечной обработки металла.

Автоматизация технологического процесса доводки стали в установках печь-ковш. Автоматизация процесса циркуляционного вакуумирования. Автоматизация процесса порционного вакуумирования. Автоматизация установок электрошлакового переплава.

Раздел 6. Примеры современных автоматизированных систем контроля и управления в металлургическом производстве.

Тема 6.1. Контроль и управление качеством жидкого металла.

Система измерения температуры, окисленности и отбора проб расплавов стали в электросталеплавильной печи через рабочее окно. Функциональная схема системы регулирования мощности дуг и сталеплавильного агрегата.

Тема 6.2. Автоматизированная система процесса плавки в электродуговых печах.

Функциональная схема контроля и регулирования процесса выплавки стали в ДСП. Функциональная схема контроля и регулирования процесса циркуляционного вакуумирования стали. Функциональная схема контроля и регулирования процесса электрошлакового переплава.

Тема 6.3 Система контроля процессов непрерывной разливки. Системы автоматической сортировки и ориентации.

Функциональная схема контроля и регулирования процесса разливки стали на МНЛЗ. Автоматизированные системы контроля качества поверхности горячих слябов. Промышленная система контроля положения роликов и роликовой проводки вертикальной МНЛЗ. Система поддержания уровня металла в промковше и кристаллизаторе.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основы автоматизации производственных процессов.							
1.1	Технологические процессы и степень их автоматизации. Основы теории управления и регулирования.	2						УО, Э
1.2	Автоматические регуляторы. Объект управления и его свойства.	2						УО, Э
2	Элементы автоматики.							
2.1	Первичные преобразователи. Усилители. Исполнительные механизмы.	2						УО, Э
2.2	Регулирующие органы. Вспомогательные элементы. Измерительные приборы.	2						УО, Э
3	Измерение и контроль параметров технологических процессов.							
3.1	Принципы, методы и точность измерений. Измерение температуры.	2	4					УО, Э
3.2	Измерение давления и разности давлений. Измерение расхода и количества жидких, газообразных и сыпучих материалов.	2	2					УО, Э
3.3	Контроль уровня жидких и сыпучих материалов.	2						УО, Э
3.4	Автоматический контроль загрязнения воздуха, промышленных газов и сточных вод.	2						УО, Э
4	Системы управления объектами							

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	металлургического производства.							
4.1	Общие сведения об аппаратах систем управления. Программное управление на основе вычислительной техники. Управление приводами.	2						УО, Э
5	Проектирование систем автоматизации металлургических процессов.							
5.1	Стадии проектирования систем автоматизации. Автоматизация процессов подготовки шихтовых материалов.	2	2					УО, Э
5.2	Автоматизация процессов плавки металла.	2	2					УО, Э
5.3	Оборудование и автоматизация процессов непрерывной разливки металла.	2	2					УО, Э
5.4	Автоматизация процессов внепечной обработки металла.	2	2					УО, Э
6	Примеры современных автоматизированных систем контроля и управления в металлургическом производстве.							
6.1	Контроль и управление качеством жидкого металла.	2						УО, Э
6.2	Автоматизированная система процесса плавки в электродуговых печах.	2	2					УО, Э
6.3	Система контроля процессов непрерывной разливки. Системы автоматической сортировки и ориентации.	2						УО, Э
	Всего (часов)	32	16					

Принятые обозначения: УО- устный опрос; Э- экзамен

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Автоматическое управление металлургическими процессами: учебник для вузов / А.М. Беленький и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Металлургия, 1989. - 379с.
2. АСУ ТП в черной металлургии : учебник для вузов / Г. М. Глинков, В. А. Маковский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Металлургия, 1999. - 310с. : ил. -
3. Средства и системы автоматизации литейного производства: Шихтовка, плавка, смесеприготовление, разливка / К.С. Богдан и др. - Москва : Машиностроение, 1981. - 272 с.
4. Автоматизация литейного производства: учеб. пособие для вузов / Д.М. Кукуй, В.Ф. Одиночко. - Минск: Новое знание, 2008. - 240с.

## Дополнительная литература

5. Автоматизированные системы управления: лаб. практикум по техн. средствам: учеб. пособие для вузов / В.Н. Четвериков и др.; под ред. В.Н. Четверикова. - Москва: Высш. шк., 1986. - 279с.
6. Автоматизированные системы управления предприятиями: учебник для студ. инж. спец. вузов / под ред. В.Н. Четверикова. - Москва: Высш. шк., 1979. - 304с.
7. Автоматизированные системы управления предприятиями : учебник для вузов / И. А. Данильченко, В. А. Мясников, В. Н. Четвериков. - Москва :

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

8. Ткаченко, А. В. Автоматизация технологических процессов : практикум по одноим. курсу для студентов специализации 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» днев. и заоч. форм обучения / сост.: А. В. Ткаченко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 77 с. (м/ук.: 559). Режим доступа <https://elib.gstu.by/>.
9. Методические указания к лабораторным занятиям по курсу "Автоматизация и роботизация литейного производства" для студентов спец. 1502 / Л.Е. Ровин; каф. МиТЛП. - Гомель: ГПИ, 1986. (м/ук №758)
10. Лабораторный практикум "Автоматизированные методы управления" по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной формы обучения / А.В. Ткаченко, О.В. Герасимова; Каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2008. - 26 с. (м/ук №3568)

*Список литературы сверен АИ (Ткачова И.В.)*

## Примерный перечень тем практических занятий.

1. Разработка схемы измерения температуры металла в плавильной печи.
2. Разработка схемы непрерывного измерения температуры металла в плавильной печи.
3. Расчет сужающего устройства для измерения расхода воздуха методом переменного перепада давления.
4. Разработка схемы автоматизации процесса непрерывной разливки металла.
5. Разработка схемы управления гидравлическим приводом подъема и опускания свода электродуговой печи.
6. Разработка схемы управления гидравлическим приводом подъема и опускания индукционной печи.
7. Разработка схемы автоматизации процесса плавки металла в электродуговой печи
8. Разработка схемы автоматизации процесса внепечной обработки металла.

## Вопросы для самостоятельной работы студентов

1. Принципы измерения температуры.
2. Что характеризует температура? Каковы основные принципы термометрии?
3. Устройство жидкостных термометров. Достоинства и недостатки.
4. Принцип действия твердотельных термометров.
5. Применение термопар и терморезисторов для измерения температуры.
6. Принцип действия радиационного пирометра.
7. Необходимость применения бесконтактных методов измерения температуры.
8. Принципы измерения давления, перепада и вакуума.
9. Измерение расхода и количества.
10. Принципы измерения уровня.
11. Принцип действия расходомера переменного перепада давления на сужающем устройстве.
12. Распределение статического давления при установке в трубопроводе диафрагмы, сопла и сопла Вентури.
13. Назначение, устройство и принцип действия автоматического потенциометра.
14. Принципиальная схема потенциометра.
15. Классификация приборов для измерения расхода.
16. Избыточное (манометрическое) давление, как оно выражается через абсолютное.
17. Вакуумметрическое давление, как оно выражается через абсолютное.
18. Наиболее распространенные единицы измерения давления, соотношения между ними.
19. Принципы действия приборов для измерения давления.

20. Принцип действия жидкостных приборов. Достоинства и недостатки.

21. приборы, применяемые для автоматизации процесса измерения давления.

22. Принципы измерения давления, перепада давления и вакуума.

23. Функциональная схема системы регулирования мощности дуг и сталеплавильного агрегата

24. Управление тепловым режимом кристаллизатора.

25. Управление дозированием шихтовых материалов.

#### Перечень методов (технологий) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- чередование теоретических лекционных занятий с практическими занятиями, а также с самостоятельной работой;
- использование во время теоретических занятий современных средств, презентаций и обучающих программ;
- использование модульно-рейтинговой оценки знаний.

#### Организация и выполнение самостоятельной работы

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля. Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют рейтинговую оценку текущей успеваемости студента по дисциплине.

Дополнительная самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. Подведение итогов и оценка результатов

таких форм самостоятельной работы осуществляется во время контактных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по дополнительной самостоятельной работе студента и учитываются при итоговой аттестации по курсу.

#### Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

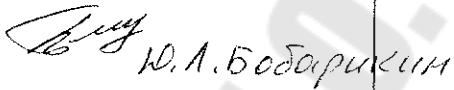
Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации обучающимся запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

#### Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний студентов в баллах по десятибалльной шкале применяется критерий оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013г. № 09-10/53-ПО).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Технологическое оборудование металлургических цехов	Металлургия и литейное производство	Нет  Ю. А. Бобарикин	