

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени Ярослава Мудрого**

**Институт сельского хозяйства и природных ресурсов**

---

**Кафедра технологии переработки сельскохозяйственной продукции (ТПСП)**

## **ОБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ (ОПП)**

Дисциплина для направления подготовки бакалавров 110900.62 – **Технология  
производства и переработки сельскохозяйственной продукции**

**Методические указания  
по выполнению практической самостоятельной работы студентов**

**РАЗРАБОТАЛ**

Профессор кафедры ТПСП  
\_\_\_\_\_ Л.Ф. ГЛУЩЕНКО

« 27 » июня 2012 г.

Принято на заседании кафедры

ТПСП « 28 » июня 2012 г.

(Протокол № 12)

Заведующий кафедрой ТПСП  
\_\_\_\_\_ Л.Ф. ГЛУЩЕНКО

« 28 » июня 2012 г.

## ВВЕДЕНИЕ

**Цели преподавания дисциплины** – формирование необходимых теоретических знаний о классификации, устройстве, принципах действия и условий эксплуатации технологического оборудования и средств автоматизации процессов перерабатывающих производств, а также приобретение практических навыков по расчету, обоснованию выбора и проведению основных регулировок технологического оборудования и средств автоматизации процессов.

Дисциплина «Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств» (ОПП) в учебном плане направления 110900.62 входит в блок профессиональных дисциплин и является междисциплинарной.

Цели преподавания дисциплины ОПП в полной мере согласуются с общими целями ООП, обуславливая получение необходимых общеспециальных знаний.

В соответствии с требованиями квалификационной характеристики выпускника по специальности 311200 устанавливаются следующие **требования по освоению дисциплины ОПП.**

Формируемые компетенции при изучении дисциплины ОПП:

**ПК-13** – готовность эксплуатировать технологическое оборудование для переработки сельскохозяйственного сырья с учётом различных процессов и аппаратов;

**ПК-16** – готовность использовать механические и автоматические устройства при производстве и переработке продукции растениеводства и животноводства.

**Студент должен знать:**

- основные виды оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья;
- конструктивные особенности оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья;
- эксплуатационные характеристики оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья.

**Студент должен уметь:**

- осуществлять технологические регулировки механизмов и оборудования, используемых при переработке сельскохозяйственного сырья;
- провести и обосновать выбор оборудования для заданного технологического процесса переработки сельскохозяйственного сырья;

**Студент должен владеть знаниями:**

- для составления технологических карт переработки сельскохозяйственного сырья;
- для разработки схем расстановки оборудования в производственном помещении;
- для проектирования современных цехов и предприятий малой и средней мощности по переработке сельскохозяйственной продукции.

Дисциплина ОПП тесно связана с другими дисциплинами ООП: для ее изучения нужны знания таких дисциплин, как «Процессы и аппараты пищевых производств», «Новые методы обработки пищевых продуктов», «Основы безопасности продовольственных товаров» и другие. В свою очередь, знания, полученные студентами при изучении дисциплины ОПП, будут востребованы, кроме уже указанных выше, при изучении таких дисциплин, как «Безотходные и ресурсосберегающие технологии переработки растениеводческой продукции», «Безотходные и ресурсосберегающие технологии переработки животноводческой продукции», «Фасовка и упаковка готовой продукции» и др. Приведенное наглядно показывает тесную связь дисциплины ОПП и другими дисциплинами ООП.

**Самостоятельная работа студента (СРС)** по дисциплине ОПП служит для закрепления полученных знаний и приобретения практических навыков по проектированию производственных участков перерабатывающих предприятий.

## **ТЕМАТИКА СРС**

Выполнить проектирование производственного участка перерабатывающего предприятия (задание на проектирование выдается преподавателем, в нем указываются вид выпускаемой участком продукции, производительность участка и некоторые другие необходимые для проектирования сведения).

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СРС**

При проектировании производственных участков (цехов) перерабатывающих предприятий необходимо обеспечить:

- максимальное и рациональное использование сырья, создание безотходных технологий;
- специализацию и концентрацию производства;
- минимальную себестоимость выпускаемой продукции;
- использование новейшего оборудования.

Проект, представляющий собой комплекс технических документов, содержащих принципиальное обоснование, расчеты и графический материал, по которому можно построить или реконструировать здания, сооружения должен полностью удовлетворять предъявляемым требованиям: градостроительным, санитарным, взрыво- и пожаробезопасным, экологическим и соответствовать схеме технологических связей производства.

Работы по проектированию следует проводить в следующем порядке:

1. Выполнить расчет сырья и готовой продукции;
2. Выполнить расчет вспомогательных материалов и тары;
3. Составить технологическую схему производства;
4. Выбрать и рассчитать технологическое и вспомогательное оборудование;
5. Рассчитать площадь участка (цеха);
6. Выполнить расчет рабочей силы;
7. Выполнить расчет расхода воды, пара, холода, воздуха, электроэнергии и газа на технологические цели;
8. Обосновать организацию работы участка;
9. Рассчитать и построить графики работы оборудования и расхода электроэнергии;
10. Выполнить графическую часть работы: технологическую схему и чертеж плана расположения оборудования;
11. Привести требования техники безопасности и охраны труда на участке (в цехе).

Сведения по первым четырем пунктам выполняются с учетом данных задания и знаний, полученных при изучении технологических дисциплин. Технологические схемы выбирают с учетом перспектив развития техники и технологии на основании действующей нормативно-технической документации (стандартов, технических инструкций и др.), передового опыта работы предприятий и научных публикаций о разработках, прошедших производственные испытания. Выбранная технология должна обеспечивать выпуск высококачественной продукции при минимальных затратах на ее производство и соответствовать современным требованиям к охране труда и природы.

## Выбор и расчет технологического оборудования

Эта часть работы является одним из важнейших этапов проектирования. Оборудование выбирают в соответствии с принятой технологической схемой производства данного продукта. Следует учитывать и тот факт, при котором на участке (в цехе) должно быть установлено наименьшее число единиц оборудования с максимально возможным коэффициентом его использования.

Количество оборудования на операцию определяют по формуле

$$N = \frac{A}{T \cdot j \cdot C},$$

где  $N$  – число единиц оборудования;

$A$  – количество сырья, поступающего за смену на данную машину, кг;

$T$  – продолжительность смены, ч;

$j$  – вместимость оборудования периодического действия, кг;

$C$  – число циклов (оборотов) за 1 ч ( $C=1$  для оборудования непрерывного действия);

$$C = \frac{1}{t},$$

где  $t$  – продолжительность операции (процесса), ч.

В отдельных случаях при незначительной продолжительности процесса

$$C = \frac{60}{t},$$

где  $t$  – продолжительность операций, мин.

После выяснения количественного и марочного состава основного оборудования надо составить рабочую диаграмму процесса, по которой выбрать вспомогательное оборудование. Вспомогательное оборудование обеспечивает нормальную работу основных машин. К нему относят транспортеры, бункеры, льдогенераторы, парообразователи и т.п.

Типы средств для транспортировки продуктов выбирают с учетом их физического состояния, исходного и конечного положения (горизонтальное, вертикальное). Производительность транспортирующих средств равна производительности машин, работающих на их загрузке. В том случае, когда производительность транспортера больше, чем последующей машины, между ними надо устанавливать промежуточную емкость.

Скребокковые транспортеры применяют для перемещения материалов в горизонтальной плоскости и под углом до  $45^\circ$ . Ковшовые элеваторы применяют для транспортировки сыпучих материалов вертикально или под большим углом к горизонту, близким к вертикали. Шнековые транспортеры применяют для транспортировки различных материалов в горизонтальном направлении и под углом до  $30^\circ$  к горизонту. Ленточные транспортеры применяют для транспортировки сыпучих, кусковых и штучных грузов в горизонтальном и наклонном направлении до  $12...20^\circ$ . Самотечные устройства имеют минимальный угол наклона на  $2...3^\circ$  больше угла трения перемещаемого материала при скольжении.

Бункеры-накопители также относят к вспомогательному оборудованию. При проектировании требуется определить минимальный объем бункера:

- для бункера приемного

$$V_{н.б.} = \frac{G_{тр}}{\varphi\rho},$$

где  $G_{тр}$  – грузоподъемность транспортной единицы, доставляющей продукт, т;  
 $\varphi$  – коэффициент заполнения (принимают равным 0,85...0,9);  
 $\rho$  – плотность продукта, т/м<sup>3</sup>;

- для промежуточного бункера накопителя

$$V_{б.н.} = \frac{kG_{сут}}{\varphi\rho},$$

где  $k$  – коэффициент запаса (принимают равным 1...2);  
 $G_{сут}$  – среднесуточный расход продукта, т.

После определения необходимых объемов бункеров, приемных емкостей выбирают их геометрическую форму, рассчитывают углы наклона стенок к горизонту, размеры разгрузочного отверстия, а также их геометрические размеры.

Дозирующие устройства выбирают, соблюдая следующие требования:

- точность дозирования;
- надежность в работе;
- простота устройства, монтажа и эксплуатации;
- сравнительно малая стоимость.

Выбранное и рассчитанное оборудование сводят в таблицу (пример оформления см. табл. 1).

Таблица 1

*Характеристика оборудования на участке (приводится название участка)*

Оборудование	Марка	Производительность, кг/ч	Установленная мощность, кВт	Габариты, мм	Количество

### Расчет рабочей силы

Рабочую силу рассчитывают по формуле

$$n = \frac{A}{p},$$

где  $n$  – количество рабочих;  
 $A$  – количество перерабатываемого сырья в смену, кг;  
 $p$  – норма выработки за смену на одного рабочего, кг.

При определении норм выработки на основании норм времени, количество рабочих на данной операции определяют по формуле:

$$n = \frac{A \cdot t}{T},$$

где  $t$  – норма времени на единицу продукции, с/кг;  
 $T$  – продолжительность смены, с.

Рабочую силу расставляют по участку с учетом проведенного расчета количества рабочих, их квалификации и условий работы.

Если по условиям организации труда один человек может обслуживать (управлять работой) несколько машин, то затраты времени рассчитывают как на обслуживание одной машины с наибольшим фактическим временем работы.

Расчет рабочей силы оформляют в виде таблицы (см. табл. 2).

Таблица 2

*Сведения о рабочей силе участка (приводится наименование участка)*

Операции	Количество перерабатываемого сырья в смену, кг	Норма выработки в смену, кг; или норма времени, с/кг (мин/кг)	Количество рабочих	
			расчетное	принятое

### Расчет площади участка

Площадь производственных и складских помещений должна быть такой, при которой можно было свободно разместить необходимое для данного производственного процесса оборудование с учетом его обслуживания, чтобы были выдержаны санитарные нормы и чтобы можно было расположить нужное количество продукции или полуфабрикатов, вспомогательных материалов.

Расчет площади можно проводить следующим образом:

А. С использованием метода поправочных коэффициентов проводят предварительный расчет производственной площади участка, согласно которому

$$F = \frac{\sum f}{k},$$

где  $F$  – площадь участка, м<sup>2</sup>,

$f$  – суммарная площадь, занятая оборудованием, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент, учитывающий площадь, необходимую для размещения рабочих мест и проходов (принимают равным 0,3...0,4).

Б. Площадь участка можно рассчитать по удельным нормам размещения оборудования, которые приводятся в специальной справочной литературе.

В. Площадь участка (цеха) рассчитывают с использованием метода поправочных коэффициентов, а затем полученную величину округляют до целого числа строительных квадратов в соответствии с выбранной сеткой колонн.

### Расчет расхода воды, пара, холода, воздуха, электроэнергии и газа на технологические цели

Для нормальной работы перерабатывающего участка (цеха, предприятия) необходимо иметь определенное количество холодной и горячей воды, пара, холода, электроэнергии, а в отдельных случаях сжатого воздуха и газа, рассчитываемое как по нормам, так и по выбранному оборудованию.

Количество воды, пара, холода, электроэнергии и т.д. в смену по установленному оборудованию ведут по формуле

$$M = \frac{m \cdot A \cdot t}{T},$$

где  $M$  – количество воды (пара и т.д.) в смену, м<sup>3</sup> (кг и т.д.);  
 $m$  - удельная норма расхода воды (пара и т.д.), м<sup>3</sup>/т (кг/т и т.д.);  
 $A$  – производительность оборудования, т/см;  
 $t$  - продолжительность работы оборудования в смену, ч;  
 $T$  – продолжительность смены, ч.

Результаты расчета сводят в таблицу (см. табл. 3).

Таблица 3

*Расход воды, пара, холода и т.д. на участке (указывается название участка)*

Количество выпускаемой продукции в смену, кг (т, шт. и т.д.)	Расход					
	Воды, м <sup>3</sup>		Пара, кг		Холода, МДж	
	На единицу продукции	В смену	На единицу продукции	В смену	На единицу продукции	В смену

### Размещение оборудования на участке

При размещении оборудования руководствуются следующими требованиями:

- путь движения продукта от начальной до конечной операции выбирают кратчайшим;
- машины и оборудование устанавливают в соответствии с технологическим процессом, чтобы обеспечить поточность производства с минимумом перегрузочных операций;
- должна быть предусмотрена четкая изоляция пищевых и технических производств;
- должно быть предусмотрено разделение производств с различным температурным режимом;
- не должно быть встреч сырьевых потоков и рабочего персонала пищевых и технических производств, имеющих непосредственную связь с бытовыми помещениями и вспомогательным производством;
- длину водопроводов, паропроводов и канализационных линий выбирают кратчайшей;
- должны быть учтены удобства при обслуживании и ремонте с соблюдением норм охраны труда, техники безопасности, противопожарных требований.

Размещать оборудование на плане целесообразно путем моделирования. Для этого на миллиметровой бумаге в определенном масштабе откладывают полученную расчетную площадь в форме, близкой к определенной расчетом и согласованной со строительными требованиями. В таком же масштабе из плотной бумаги вырезают макеты

машин, соблюдая их конфигурацию и габариты в плане (вид сверху). Затем размещают оборудование в нескольких вариантах и останавливаются на наиболее приемлемом.

При решении вопросов вентиляции, освещения, отопления, кондиционирования и канализации руководствуются указаниями СНиП. Помещение должно быть оборудовано вентиляцией с искусственным побудителем перемещения воздуха. Освещение предусматривают естественное и искусственное, лучше с люминесцентными лампами, отопление – паровое или водяное.

По итогам работы разрабатывается чертеж расположения оборудования на участке (приводится название участка). Этот чертеж выполняется на формате А 1 (594x841) с соблюдением всех требований ЕСКД.

## Организация работы оборудования

Организация работы оборудования включает в себя:

- составление распорядка рабочего дня;
- описание технологического процесса, организации труда;
- расчет и построение графика работы оборудования и графика расхода электроэнергии.

Суточный график работы оборудования участка составляют с учетом технологических и санитарно-гигиенических норм, распорядка рабочего дня на предприятии, равномерности загрузки машин и обслуживающего персонала при работе в одну или несколько смен с минимальной потребностью рабочей силы. При этом следует избегать пикового расхода электроэнергии.

Для построения суточного графика определяют время работы оборудования в течение смены или суток. Время работы основных машин (ч) определяют по формуле

$$T = \frac{Q_{сут.}}{q_{ч}},$$

где  $Q_{сут.}$  – суточный объем работ, т (т.км, м<sup>3</sup>);

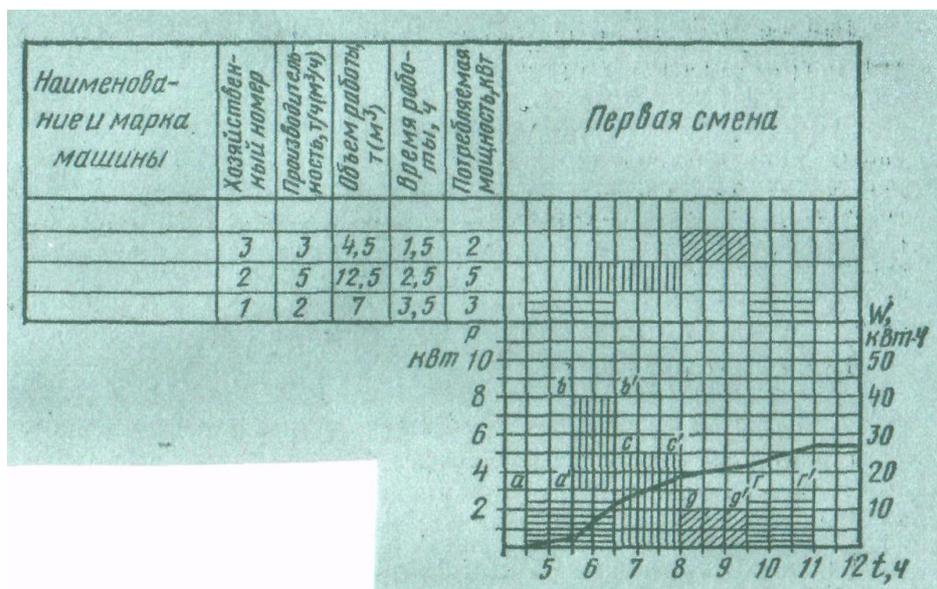
$q_{ч}$  – часовая производительность машин, т/ч, т.км/ч, м<sup>3</sup>/ч.

Машину можно включать несколько раз, исходя из целесообразности работы оборудования и загрузки рабочей силы производственного участка.

При построении графика работы (загрузки) оборудования время работы основных машин в наиболее целесообразном варианте откладывают на оси абсцисс верхнего графика, а на оси ординат нижнего отмечают потребляемую этими машинами мощность. Для каждой машины откладывают ординату, равную потребляемой мощности в период работы.

На графике, приведенном на рис, наименование и марка машины условно не указаны, а заменены хозяйственными номерами. Машины 1, 2 и 3 работают в смену соответственно 3,5; 2,5 и 1,5 часа. Машина 1 включается в работу дважды. Промежутки времени между работой основных машин служат для выполнения вспомогательных операций: подогрев воды, измельчение ингредиентов, транспортных работ и др.

Целесообразно на графике указывать время на подготовку машин к работе и проведению ежесменного технического обслуживания. Это облегчает подсчет трудоемкости эксплуатации машин.



**Рис.** График работы оборудования и расхода электроэнергии

Расход электроэнергии равен сумме ее потребления отдельными машинами. В нашем примере мощность, потребляемая машинами 1, 2 и 3 соответственно равна 3,5 и 2 кВт. Площадь, ограниченная ломаной линией  $aa'$ ,  $cc'$ ,  $dd'$ ,  $gg'$  и осью абсцисс, характеризует общий расход электроэнергии. Интегральная кривая, построенная на графике, позволяет легко определять расход электроэнергии за любой промежуток времени работы машин.

Значение максимальной потребляемой мощности учитывают при расчете сечения проводов подводящей сети и выборе трансформаторной подстанции.

В работе следует привести рекомендации по обеспечению безопасных условий труда на проектируемом участке.

### ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ СРС

Титульный лист (Приложение А).

Задание (Приложение Б).

Оглавление.

Краткие сведения о продукте.

Технологические расчеты и схема производства продукта.

Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования.

Расчет рабочей силы.

Расчет площади участка.

Расчет расхода воды, пара, холода, воздуха, электроэнергии и газа на технологические нужды.

Размещение оборудования на участке.

Организация работы оборудования.

Охрана труда и техники безопасности на участке.

Выводы и предложения.

Литература.

Приложения.

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с требованиями, оговоренными в [4].

### **ТРЕБОВАНИЯ К ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СРС**

Графическая часть СРС состоит из чертежа плана расположения оборудования на проектируемом участке, выполненного на формате А1 (594x841) с соблюдением всех требований, установленных «Единой системой конструкторской документации» (ЕСКД), и двух графиков (график работы (загрузки) оборудования и график расхода электроэнергии), выполненных на миллиметровой бумаге формата А4 (или кратного ему).

Выполненная СРС после проверки преподавателем защищается автором в присутствии студентов группы, в которой обучается студент – автор работы.

**Студент, не выполнивший или не защитивший СРС в установленный заданием срок, к экзамену не допускается.**

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Бредихин С.А.** Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств. – М.: Колос, 2005. – 342 с.
2. **Глущенко Л.Ф., Глущенко Н.А.** Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств/ Учебное пособие для вузов.- Великий Новгород: НовГУ, 2006.-435 с.
3. **Глущенко Н.А., Глущенко Л.Ф.** Технология, сооружения и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции/ Учебное пособие для вузов.- Великий Новгород: НовГУ, 2002.- 524 с.
4. **Лаптева Н.Г.** Правила оформления текстовых документов/ Методическое пособие.- Великий Новгород: НовГУ, 2008. – 25 с.

ФГБОУ ВПО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

**Кафедра технологии переработки сельскохозяйственной продукции**

---

---

---

---

(УКАЗЫВАЕТСЯ ТЕМА СРС)

**Пояснительная записка самостоятельной работы студента  
по дисциплине «Оборудование перерабатывающих производств»**

**Выполнил**  
студент группы \_\_\_\_\_

(подпись)

/ \_\_\_\_\_ /  
(Ф.И.О.)

**Принял**

(подпись)

/ \_\_\_\_\_ /  
(должность, Ф.И.О. преподавателя)

Великий Новгород, 20\_\_ г.

ФГБОУ ВПО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Кафедра технологии переработки сельскохозяйственной продукции

## ЗАДАНИЕ

на самостоятельную работу студента по дисциплине

«Оборудование перерабатывающих производств»

студенту группы \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя и отчество)

**Тема:**

---

---

---

---

---

**Исходные данные:**

---

---

---

---

Срок сдачи СРС «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Задание к исполнению получил «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись студента)

Задание выдал «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

/ \_\_\_\_\_ /  
(должность, Ф.И.О. преподавателя)