

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Самусенко В.И.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕВЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ

Методические указания для выполнения
практической работы № 9

по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Брянск 2019

УДК 631.153.46 (07)

ББК 40.7

С 17

Самусенко, В. И. **Оценка качества выполнения полевых механизированных работ:** методические указания для выполнения практической работы № 9 по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка» студентам инженерно-технологического института по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / В. И. Самусенко. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 14 с.

Методические указания предназначено для выполнения практической работы по оценке качества выполнения полевых механизированных работ и приобретения навыков управления качеством этих работ. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Будко С.И.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссией инженерно-технологического института, протокол № 5 от 20 марта 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019

© Самусенко В.И., 2019

Содержание

ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	4
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	5
ОТЧЕТ	12
ЛИТЕРАТУРА	13

Цель задания — освоить современные методы оценки качества выполнения полевых механизированных работ и приобрести навыки управления качеством этих работ.

Содержание задания

1. Выписать из таблицы 9.1 исходные данные по соответствующему варианту задания.

Таблица 9.1 - Варианты заданий

№ варианта	Δx	σ_x	$\Delta x_1, \text{ см}$	$\sigma_{x1}, \text{ см}$	$\sigma_{x2}, \text{ см}$	$P(x_{\sigma 1,2})_d$
1	3	1,5	2,0	1,8	1,6	0,020
2	4	3,8	2,1	1,9	1,7	0,030
3	2	1,8	2,2	2,0	1,8	0,040
4	5	4,7	2,3	2,0	1,9	0,050
5	4	4,7	2,4	2,1	1,8	0,050
6	7	6,7	2,5	2,1	1,9	0,027
7	6	2,0	3,0	2,2	2,0	0,030
8	5	3,0	2,8	2,5	2,3	0,032
9	4,8	4,2	3,0	2,2	2,1	0,028
10	4,5	2,8	3,3	2,3	2,1	0,026
11	5,3	4,2	3,0	2,2	2,0	0,027
12	4,3	3,7	3,1	2,5	2,3	0,028
13	4,8	4,2	3,2	2,4	2,2	0,029
14	3,3	2,8	3,3	2,3	2,1	0,031
15	3,5	3,1	3,4	3,1	2,9	0,032
16	3,7	3,2	3,5	2,2	1,9	0,033
17	3,8	3,6	3,6	2,1	1,8	0,034
18	3,9	2,7	3,7	2,2	1,9	0,035
19	4,9	3,6	3,8	2,5	2,2	0,036
20	6,2	5,3	1,8	1,2	1,1	0,037
21	2,5	2,1	1,6	1,0	1,8	0,038
22	2,7	2,6	1,9	1,1	1,0	0,039
23	2,9	2,7	3,6	2,2	2,0	0,040
24	3,5	2,9	2,4	2,0	1,8	0,041
25	6,7	5,8	2,2	1,8	1,6	0,042
26	6,9	5,5	2,5	2,0	1,8	0,043
27	5,9	4,7	2,7	1,5	1,3	0,044
28	6,5	4,8	3,0	2,2	2,0	0,045
29	6,6	5,3	3,1	2,1	1,9	0,046
30	6,7	6,2	3,2	2,0	1,8	0,047

2. Указать основные группы факторов, влияющих на качество выполнения полевых технологических операций.

3. Охарактеризовать применяемые виды контроля качества полевых работ.

4. Определить показатели качества выполнения отдельной технологической операции.

5. Определить показатели качества выполнения двух взаимосвязанных технологических операций.

6. Оценить качество выполнения технологической операции балльным методом.

Последовательность выполнения работы

Качественное выполнение всех работ по возделыванию каждой сельскохозяйственной культуры — одно из важнейших условий получения высокого урожая. Исходя из этого, все задачи механизации сельского хозяйства (от конструирования до эксплуатации машин) следует решать, прежде всего, с позиций обеспечения требуемого качества выполняемых работ.

На качество выполнения полевых механизированных работ влияют следующие основные группы факторов: природно-производственные; конструктивные; технологические; эксплуатационные; эргономические.

Природно-производственные факторы: климатические особенности, физико-механические характеристики и гранулометрический состав почвы, рельеф, состояние и конфигурация поверхности поля, каменистость и засоренность поля, наличие препятствий, экологические требования.

Конструктивные факторы: конструктивные особенности отдельных машин и МТА в целом; маневренность и управляемость агрегата; надежность машин.

Технологические факторы: вид технологической операции; принципы воздействия рабочих органов машин на обрабатываемые материалы; требуемая глубина обработки почвы; высота культурных растений и ширина междурядий; высота среза и длина резки.

Эксплуатационные факторы: выбранный способ движения агрегата; качество разбивки поля на загоны; ширина захвата и скорость движения МТА; правильность технологических регулировок; уровень организации труда и технического обслуживания машин.

Эргономические факторы характеризуют взаимосвязанное функционирование системы «человек — машина (агрегат)», включая индивидуальные физиологические и психологические особенности механизаторов.

Следует учесть также сложные взаимосвязи между многими факторами из перечисленных групп. Из приведенной краткой характеристики действующих факторов наглядно видна сложность объективной оценки качества выполнения полевых механизированных работ. В связи с этим актуально создание систем автоматизированного контроля качества выполнения полевых механизированных работ.

Операционной технологией выполнения механизированных работ предусмотрены **три вида контроля качества этих работ: вводный; текущий; приемочный.**

Вводный контроль, или инструктаж перед началом работы, предусмат-

ривает подробное ознакомление механизаторов, закрепленных за данным агрегатом, с особенностями выполнения операции в заданных условиях, включая: правила комплектования МТА и проведения регулировок; выбор скорости движения; разбивку поля на загоны; порядок проведения первых проходов; особенности организации работы; правила оценки качества работы; нормы выработки и расхода топлива; оплату труда; охрану труда и технику безопасности. Вводный инструктаж проводит непосредственный руководитель работ (бригадир, звеньевой, фермер).

Текущий контроль предусматривает проверку качества работы при первых проходах агрегата, а также последующий периодический контроль в процессе работы. Такой контроль может проводить как сам тракторист, так и контролер-учетчик.

Приемочный контроль в конце рабочего дня могут проводить в зависимости от особенностей хозяйства агроном, контролер, бригадир или учетчик. При этом одновременно с качеством определяют также и объем выполненной работы для последующей оплаты. Качество работы каждого вида оценивают по девятибалльной системе со следующими оценками: **8-9 баллов** — «отлично»; **6-7** — «хорошо»; **4-5** — «удовлетворительно»; **3 балла и ниже** — «неудовлетворительно».

Для оценки качества выполнения одной работы чаще всего принимают три наиболее важных показателя, каждый из которых оценивают числом баллов до трех или четырех. Затем полученные баллы суммируют и выводят итоговую оценку. Например, качество выполнения сплошной культивации оценивают по отклонению от заданной глубины обработки почвы, по высоте гребней и полноте подрезания сорняков, подсчитывая число не подрезанных сорняков на **10 м²**. При этом низкое качество неучтенных показателей может послужить основанием для снижения общей оценки качества работы.

При групповой работе МТА изложенная методика оценки качества применима в том случае, если каждый агрегат работает на отдельном загоне. В противном случае с согласия исполнителей выводят среднюю оценку.

Показатели качества выполнения отдельной технологической операции определяют вероятностным методом. Многочисленными полевыми опытами установлено, что значения величины x , характеризующей качество работы, при достаточном числе измерений распределяются по нормальному закону (рис. 9.1). Величина x_n на графике соответствует нормативному, или номинальному, значению показателя качества работы по агротехническим требованиям, а Δx — допустимому отклонению от x_n .

Например, при вспашке на глубину 20 см с допустимым отклонением $\pm 5\%$ имеем $x_n = 20$ см, $\Delta x = 0,05 \cdot 20 = 1$ см.

Качественное выполнение работы характеризуют допустимые значения x_d , находящиеся в диапазоне $(X_n - \Delta X) < X_d < (X_n + \Delta X)$. Остальные значения величины соответствуют браку.

При нормальном законе распределения почти все значения x (**99,73%**) располагаются в диапазоне $X_n \pm 3\sigma_x$ при среднем квадратическом отклонении σ_x .

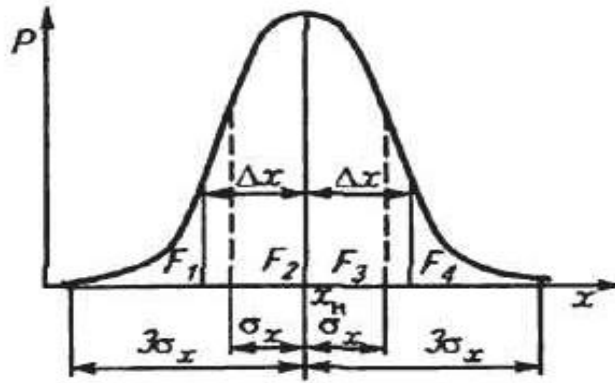


Рис. 9.1. График нормального распределения

Вероятность $P(x_d)$ получения допустимого значения x_d , или вероятность качественной работы:

$$P(x_d) = 2\Phi[\Delta x / \sigma_x]. \quad (9.1)$$

где $\Phi(\Delta x / \sigma_x)$ – интеграл вероятностей.

Табличные значения интеграла вероятностей для различных сочетаний Δx и σ_x (из литературных источников по теории вероятностей) представлены в таблице 9.2. Вероятность брака

$$P(x_b) = 1 - 2\Phi[\Delta x / \sigma_x]. \quad (9.2)$$

Значения σ_x зависят от указанных ранее факторов. Эти значения определяют в процессе испытаний соответствующих машин. Таким образом, располагая значениями Δx (из агротехнических требований) и σ_x (по результатам испытаний), можно рассчитать по формулам (9.1) и (9.2) вероятности качественной работы $P(x_d)$ и брака $P(x_b)$.

Например, если при вспашке на глубину 20 см с допустимым отклонением $\pm 5\%$ с учетом указанных ранее $x_n = 20$ см и $\Delta x = 1$ см имеем $\sigma_x = 0,5$ см, то с использованием данных таблицы 9.2 получим:

$$P(x_d) = 2\Phi(1/0,5) = 2 \cdot 0,4772 = 0,9544;$$

$$P(x_b) = 1 - 0,9544 = 0,0456.$$

Следовательно, вероятность брака в заданных условиях составит 4,56%.

В качестве важного показателя качества выполнения технологической операции, особенно при испытаниях сельскохозяйственных машин, используют также коэффициент эффективности процесса, определяемый в соответствии с рисунком 9.1 по формуле

$$K_3 = (F_2 + F_3) / (F_1 + F_2 + F_3 + F_4). \quad (9.3)$$

По физическому смыслу коэффициент эффективности K_3 процесса соответствует вероятности качественной работы, поэтому с учетом зависимости (9.1) можно записать

$$K_3 = P(x_d) = 2\Phi[\Delta x / \sigma_x] = 0,9544. \quad (9.4)$$

Таблица 9.2 - Значения интеграла вероятностей $\Phi[\Delta x / \sigma_x]$

Целое число и десятые доли $\Delta x / \sigma_x$ ДДС	Сотые доли $\Delta x / \sigma_x$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
од	0,0398	0,438	0,478	0,517	0,557	0,596	0,636	0,675	0,714	0,753
0,2	0,793	0,832	0,871	0,910	0,948	0,987	1026	1067	1103	1141
0,3	1179	1217	1255	1293	1331	1368	1406	1443	1480	1517
0,4	1554	1591	1628	1664	1700	1736	1772	1808	1844	1879
0,5	1915	1950	1985	2019	2054	2088	2123	2157	2190	2224
0,6	2257	2291	2324	2357	2389	2422	2454	2486	2517	2549
0,7	2580	2611	2642	2673	2703	2734	2764	2794	2823	2852
0,8	2881	2910	2939	2967	2995	3023	3051	3078	3106	3133
0,9	3159	3186	3212	3238	3264	3289	3315	3340	3365	3389
1,0	3413	3437	3461	3485	3508	3531	3554	3577	3599	3621
1Д	3643	3665	3686	3708	3729	3749	3770	3790	3810	3830
1,2	3849	3869	3888	3907	3925	3944	3962	3980	3997	4015
1,3	4032	4049	4066	4082	4099	4115	4131	4147	4162	4177
1,4	4192	4207	4222	4236	4251	4265	4279	4292	4306	4319
1,5	4332	4345	4357	4370	4382	4394	4406	4418	4429	4441
1,6	4452	4463	4474	4484	4495	4505	4515	4525	4535	4545
1,7	4554	4564	4573	4582	4591	4999	4608	4616	4625	4633
1,8	4641	4649	4656	4664	4671	4678	4886	4693	4699	4706
1,9	4713	4719	4726	4732	4738	4744	4750	4756	4761	4767
2,0	4772	4778	4783	4788	4793	4798	4803	4808	4812	4817
2,1	4821	4826	4830	4834	4838	4842	4846	4850	4854	4857
2,2	4861	4864	4868	4871	4875	4878	4881	4884	4887	4890
2,3	4893	4896	4898	4901	4904	4906	4909	4911	4913	4916
2,4	4918	4920	4922	4925	4927	4929	4931	4932	4934	4936

Следовательно, K_3 не дает какой-либо дополнительной информации при оценке качества технологического процесса, кроме большей наглядности.

Значение K_3 упрощенно можно определить и на основании результатов измерений в полевых условиях по формуле

$$K_{\text{э}} = z_{\text{гд}} / z_{\text{гс}}, \quad (9.5)$$

где $z_{\text{га}}$, $z_{\text{гс}}$ — число измерений, при которых получено допустимое значение показателя качества работы, и общее число измерений.

Например, если при 50 измерениях глубины вспашки по диагонали участка получены 47 значений в диапазоне 19-21 см, то на основании формулы (9.5):

$$K_{\text{э}} = 47/50 = 0,94.$$

С помощью равенств (9.1) и (9.2) можно решить и обратную задачу: определить такое значение среднего квадратического отклонения показателя качества работы $\sigma_{\text{хд}}$, при котором вероятность брака $P(x_6)$ не превысит допустимого предела $P(x_6)_д$, т. е. $P(x_6) < P(x_6)_д$. Для этого в формуле (9.2) необходимо принять $P(x_6) = P(x_6)_д$ и рассчитать интеграл вероятностей:

$$\Phi[\Delta x / \sigma_x] = [1 - P(x_6)_д] / 2. \quad (9.6)$$

Затем по значению $\Phi[\Delta x / \sigma_x]$ из таблицы 9.2 следует выбрать соответствующее отношение $\Delta x / \sigma_{\text{хд}}$ и при заданном допустимом отклонении Δx определить $\sigma_{\text{хд}}$. Например, если при вспашке $x_n = 20$ см, $\Delta x = 1$, $P(x_6)_д = 0,05$, то на основании формулы (9.6):

$$\Phi[\Delta x / \sigma_x] = (1 - 0,5) / 2 = 0,475.$$

Для этого значения интеграла вероятностей из таблицы 9.2 имеем $\Delta x / \sigma_{\text{хд}} = 1,96$. Тогда $\sigma_{\text{хд}} = 1/1,96 \approx 0,51$ см.

Требуемое значение $\sigma_{\text{хд}}$ может быть достигнуто за счет конструктивных усовершенствований, лучшего выравнивания поверхности поля, повышения уровня технического обслуживания агрегата и других мероприятий.

Характерный пример двух взаимосвязанных операций с точки зрения определения качества работы — посев пропашных культур (кукурузы, подсолнечника и др.) и последующая междурядная культивация. Ширину защитной зоны $\Delta x_{1,2}$ (расстояние между осью рядка и линией прохождения края лапы культиватора) определяют в виде суммы:

$$\Delta x_{12} = \Delta x_1 + \Delta x_2, \quad (9.7)$$

где Δx_1 и Δx_2 — допустимые отклонения от оси рядка соответственно семян и края лапы культиватора, см.

При заданном значении Δ_{x1} (см. табл. 9.1) необходимо для определения Δ_{x2} предварительно рассчитать вероятность брака при посеве (см. формулу (9.2)):

$$P(x_{61}) = 1 - 2\Phi\left[\frac{\Delta_{x1}}{\sigma_{x1}}\right], \quad (9.8)$$

где σ_{x1} — среднее квадратическое отклонение семян от оси рядка, см.

Значения σ_{x1} указаны в таблице 9.1, а интеграл вероятности $\Phi[\Delta_{x1}/\sigma_{x1}]$ следует выбрать из таблицы 9.2 по отношению Δ_{x1}/σ_{x1} .

Вероятность подрезания растений соответствует вероятности брака при обеих операциях $P(x_{61,2})$, определяемой в виде произведения

$$P(x_{61,2}) = P(x_{61})P(x_{62}), \quad (9.9)$$

где $P(x_{62})$ — вероятность брака при междурядной культивации.

При условии $P(x_{612}) = P(x_{612})_д$ (см. табл. 9.1) можно определить вероятность брака при второй операции междурядной культивации:

$$P(x_{62}) = P(x_{612})_д / P(x_{61}). \quad (9.10)$$

Затем с учетом формул (9.1) и (9.2) рассчитать интеграл вероятности:

$$\Phi\left[\frac{\Delta_{x2}}{\sigma_{x2}}\right] = [1 - P(x_{62})] / 2. \quad (9.11)$$

По значению $\Phi[\Delta_{x2}/\sigma_{x2}]$ из таблицы 9.2 следует выбрать Δ_{x2}/σ_{x2} , затем с учетом σ_{x2} из таблицы 9.1 рассчитать допустимое отклонение Δ_{x2} края лапы культиватора.

Подставив значения Δ_{x1} и Δ_{x2} в формулу (9.7), получим искомую ширину защитной зоны $\Delta_{x1,2}$. Например, если принять $\Delta_{x1} = 3$ см, $\sigma_{x1} = 2$ см, $\sigma_{x2} = 3$ см, $P(x_{1,2})_д = 0,02$, то на основании выражений (9.8), (9.10), (9.11) получим:

$$P(x_{\delta 1}) = 1 - 2(3 / 2) = 1 - 2 \cdot 0,4332 = 0,1336;$$

$$P(x_{\delta 2}) = 0,02 / 0,1336 = 0,15;$$

$$\Phi\left(\frac{\Delta x_2}{\sigma_{x_2}}\right) = 0,5(1 - 0,15) = 0,425.$$

По значению $\Phi[\Delta x_2 / \sigma_{x_2}] = 0,425$ из таблицы 9.2 получим $\Delta x_2 / \sigma_{x_2} = 1,44$. Затем при $\sigma_{x_2} = 3$ см определяем $\Delta x_2 = 1,44 \cdot 3 = 4,32$ см и соответствующую ширину защитной зоны $\Delta x_{1,2} = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 3 + 4,32 = 7,32$ см.

На основании выражений (9.1)-(9.11) можно решить и обратную задачу — определить желаемые значения средних квадратических отклонений σ_{x_1} или σ_{x_2} при заданных допусках. Таким образом, указанные равенства позволяют определить методами теории вероятностей основные показатели качества выполнения сельскохозяйственных технологических процессов. Полученные при этом результаты можно использовать как при создании новых конструкций машин, так и непосредственно в производственных условиях. Углубленный анализ оценки качества выполнения работ на основе формул (9.1)-(9.11) с учетом всего диапазона изменения действующих факторов и с применением методов моделирования на ЭВМ следует считать студенческой исследовательской работой.

Современная операционная технология механизированных работ в сельском хозяйстве предусматривает балльный метод приемочного контроля качества работы чаще всего по девятибалльной шкале. Практическое применение этого метода рассмотрим на примере боронования зубowymi боронами. Необходимые данные для такого контроля приведены в таблице 9.3.

Таблица 9.3 - Показатели качества боронования зубowymi боронами

Показатели качества работы	Градация нормативов	Балл	Метод определения
Глубина рыхления, см	Не менее 4	3	В 10 местах по диагонали поля измерить глубину обработки
	не менее 3	2	
	менее 3	1	
Высота гребней и глубина борозд, см	Не более 3	3	В тех же местах одновременно измерить высоту гребней и глубину борозд
	не более 4	2	
	более 4	1	
Комковатость (количество комков диаметром более 4 см), шт./м ²	Не более 4	3	В 10 местах наложить рамку 1 м ² и определить размеры и количество комков
	не более 5	2	
	более 5	1	

Дополнительно следует учесть огрехи, пропуски и другие недостатки. При их наличии общая оценка, полученная по числу баллов, может быть снижена.

Например, если глубина рыхления не менее 4 см, высота гребней не более 4 см и комковатость более 5, то сумма баллов по таблице 9.3 составит $Z_6 = 3 + 2$

+ 1 = 6 с оценкой «хорошо». Если при этом обнаружены огрехи, плохо обработанные поворотные полосы и другие недостатки, то принятая по баллам оценка может быть снижена до «удовлетворительно».

Один из основных недостатков балльного метода контроля качества полевых механизированных работ заключается в его высокой трудоемкости с учетом значительных площадей, обрабатываемых современными МТА в течение рабочего дня. Например, бороновальный агрегат на базе трактора ДТ-75М при длине гона 400-600м обрабатывает за смену продолжительностью 7 ч до 70га. Для измерения показателей качества работы на такой площади в соответствии с рекомендациями, изложенными в последней графе таблицы 9.3, требуется много времени и физических сил.

Другим существенным недостатком этого метода является принятая равноценность всех трех показателей качества работы, тогда как степени их влияния на урожайность возделываемой культуры могут существенно различаться, в связи с этим для каждого показателя качества работы целесообразно ввести соответствующий коэффициент значимости.

С учетом изложенных недостатков необходимо создать приборы непрерывного автоматизированного контроля качества работы МТА.

Отчет

Результаты расчетов по всем пунктам задания и выводы следует представить в виде таблицы 9.4.

Таблица 9.4

№ пункта	Наименование и обозначение показателя или параметра	Результат расчета с указанием размерности
1	Исходные данные	
2		
3		

Литература

1. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: «Лань», 2016. 464 с.
2. Зангиев А.А., Лышко Г.Д., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: Колос, 1996. 320 с.
3. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: КолосС, 2003. 320 с.
4. Скороходов А.Н., Левшин А.Г. Выбор оптимальных параметров и режимов работы МТА: практикум. Ч. 1. М.: Триада, 2012. 75 с.
5. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве / Н.И. Верещагин, А.Г. Левшин, А.Н. Скороходов [и др.]. М.: Издат. центр «Академия», 2003. 414 с.
6. Орманджи К.С. Контроль качества полевых работ: справочник. М.: Росагропромиздат, 1991. 191 с.

Учебное издание

Самусенко Владимир Иванович

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ
ПОЛЕВЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ**

Методические указания для выполнения
практической работы № 9

по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 25.03.2019 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 0,81. Тираж 25 экз. Изд. № 6349.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ